

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXXI.

I. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Synaphie; von Dr. Buys-Ballot in Utrecht.

In seiner schätzbaren Dissertation: *De ratione quae inter fluidorum cohaesionem et calorem aliasque vires moleculares intercedit* ¹⁾ äußert Hr. Dr. Brunner in Betreff meiner früheren Arbeit über die Capillarität ²⁾: *In dissertatio, in qua v. d. Buys-Ballot accuratissime phaenomenorum capillarium cognitiones colligit, illa Sondhaussiana commentatio non recepta est. Ipse enim experimenta adhaesionis discis instituit ad rationem fluidorum cohaesionis diversa sub temperie explorandum, sed nusquam quae inde sequantur exposuit.* In Bezug auf die Untersuchung von Sondhaufs muß ich allerdings Hrn. Dr. B. Recht geben, da ich sie nicht kannte; aber, abgesehen von dem nicht an seiner Stelle stehenden *enim*, kann ich nicht umhin zu bemerken, daß es der Wahrheit gemäß statt *sed nusquam etc.* heißen müßte: *quaeque inde sequantur in dissertatione exposuit.*

Es ist dies zu beachten, einmal weil noch so wenig Beobachtungen über den Einfluss der Temperatur auf die Capillarität veröffentlicht worden sind, und also jeder selbst geringe Beitrag einigen Werth hat, und zweitens weil mein als Dissertation erschienener Aufsatz offenbar nur sehr Wenigen in die Hände gekommen seyn kann. Meine Beobachtungen stimmen zwar nicht ganz mit denen des Hrn. Dr. B., aber darum sind die seinigen nicht schlechter, vielmehr räume ich gern ein, daß seine Beobachtungsmethode eine größere Genauigkeit zuließe, als die von mir angewandte. Er wirft

1) Welche der Verf. im vierten Hefte der Annalen d. J. in der Urschrift mitgetheilt hat. P.

2) *Dissertatio inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum 1844.*

mir vor, daß ich keine Schlüsse aus denselben gezogen habe, aber warum hat er sie denn nicht gemacht. Es war aber auch nicht nöthig, daß er sie machte, da ich selbst sehr bestimmte Folgerungen aus meinen Beobachtungen abgeleitet und Formeln gegeben habe, die, wie ich damals glaubte, das Gesetz sehr gut ausdrücken.

Zunächst findet man p. 26 ¹⁾ die Formel:

$$D = 15^{\text{mm}},3 - 0,0028t = a^2,$$

worin a^2 proportional ist der Capillarrhöhe in einer Röhre von einem Millimeter Halbmesser. Diese Formel ist aus funfzehn Versuchen abgeleitet, welche Frankenheim bei 0° und $16^\circ,5$ angestellt hat. Dann habe ich fünf von Demselben mit Alkohol gemachte Beobachtungen auf p. 27 so zusammengestellt:

Temperatur	20°	26°	35°	55°	69°
Beobachtet	6,06	6,02	5,94	5,74	5,66
Berechnet	6,07	6,02	5,95	5,77	5,65

»*Effeci* $a^2 = 6,24 - 0,0085t$ «: besser wäre gewesen

$$a^2 = 6,23 - 0,0085t.$$

Auf der nämlichen Seite heißt es: »*Tribus reliquis observationibus de alcohole majoris densitatis*

19°	50°	62°5
6,67	6,47	6,43
6,67	6,48	6,41

adaptari potest formula quae minimos errores indicat

$$a^2 = 6,78 - 0,006t,$$

nämlich, wenn man kurze Zahlen wünscht, sonst hat man

6,663	6,488	6,418
-------	-------	-------

aus $a^2 = 6,771 - 0,00565t$. Aufser diesen kleinen Berechnungen findet man auch Schlüsse aus meinen eignen Beobachtungen.

Nachdem ich im §. 2 des zweiten Kapitels die Vorsichtsmaafsregeln aufgezählt, die man bei Versuchen mit Adhäsionsplatten zu beachten hat, setze ich im §. 3 die Methode auseinander, nach welcher ich den Einfluß der Temperatur auf die Synaphie untersucht habe.

- 1) Auf derselben Seite habe ich mich auch, wie Hr. Dr. B., sehr gegen die Laplace'sche Hypothese erklärt: daß die Capillarrhöhe bei steigender Temperatur umgekehrt der Dichtigkeit proportional sey.

Aus §. 2 werde ich, da sein Gegenstand schon so häufig besprochen ist, nicht viel hervorheben. Man hat die Adhäsionsplatte gehörig zu reinigen¹⁾, und muß auch die untere Fläche derselben, oder wenigstens die durch ihren Rand gelegte Ebene, vollkommen horizontal legen. Letzteres geschieht bei viereckigen Platten am leichtesten und sehr genau, und die Sicherheit, mit welcher es zu bewerkstelligen ist, wiegt den aus den Ecken entspringenden Nachtheil fast auf, so daß eine viereckige Platte von gleicher Oberfläche mit einer kreisrunden, durchschnittlich eben so große Werthe für die Cohäsion giebt, wie diese. Sind die Platten mit drei sehr feinen Schrauben versehen, durch welche man die drei Aufhängefäden verkürzen oder verlängern kann, so hat man die Horizontalität ganz in seiner Gewalt und bemerkt die geringste Abweichung von ihr sogleich, da man augenblicklich sieht, wann die Flüssigkeit nicht genau gleich weit an allen Ecken zurückweicht. Auch hat man darauf zu achten, daß die Platte sowohl vom Boden als von den Seitenwänden hinreichend entfernt bleibe²⁾; von den letzteren ist sie fern genug, wenn der zwischen ihr und den Rändern des Gefäßes befindliche Theil der Flüssigkeit horizontal ist. Gleich Unreinigkeiten müssen auch Luftbläschen, die leicht an unreinen Stellen entstehen, und sich deshalb, wie bei den Haarröhrchen, meistens an den nämlichen Stellen einfinden, auf's sorgfältigste vermieden werden, was bei undurchsichtigen Platten natürlich schwieriger ist als bei durchsichtigen. Endlich hat man Gefäß und Platte möglichst vor Erschütterungen aller Art zu bewahren, darf also zur Zeit immer nur sehr kleine Gewichte auflegen, und zwar desto kleinere und mit mehr Vorsicht, je näher man der Gränze gerückt zu seyn glaubt.

Dies sind die allgemeinen Vorsichtsmaafsregeln. Wenn

1) Ueber das Mittel, dies gehörig zu bewerkstelligen, vergleiche man Dutrochet sur la force *epipolique* p. 27, und was derselbe von der sogenannten *surface neuve* sagt.

2) Siehe Frankenheim's Cohäsionslehre S. 102, Poisson's *Traité de capillarité* p. 212, und Young, *Philosoph. Transact.* f. 1805.

man den Einfluss der Wärme untersuchen will, so hat man noch zu beachten, was ich §. 3 p. 47—50 gesagt habe, und hier in Uebersetzung wiederholen will.

Das Gefäß, in welchem die zu untersuchende Flüssigkeit (am häufigsten Wasser) sich befand, war über eine Lampe gestellt, und konnte also bis zu jedem Temperaturgrad erwärmt werden. Drei Dinge hatte ich vorzüglich im Auge zu halten: dafs die Oberfläche gleich mäfsig warm wäre, dafs das Plättchen dieselbe Temperatur hätte wie das Wasser, und dafs ich diese Temperatur genau kenne.

Anfangs gedachte ich in die gegenüberhängende Schale der Waage weniger Gewicht zu legen als die Synaphie bei gewöhnlicher Temperatur zu tragen vermochte, und wollte dann die Temperatur erhöhen, um so alle Bewegung der Flüssigkeit zu vermeiden und ruhig den Moment abzuwarten, in welchem bei steigender Temperatur das Plättchen abreißen würde. Ich hatte dann allein auf die Temperatur zu achten und sie in dem Moment des Abreisens aufzuzeichnen, denn dieses mußte erfolgen, wenn die Synaphie bis zu dem Grade geschwächt worden, dafs sie dem aufgelegten Gewichte gleich war.

Ich meinte, hiebei wäre keine Fehlerquelle vorhanden. Aber wiederholte Versuche, in der nämlichen oder einer benachbarten Temperatur angestellt, bewiesen das Fehlerhafte dieser Methode. Sie erforderte viel Zeit, da man immer beträchtlich kleinere Gewichte auflegen mußte, um das Plättchen wieder anzuheften, und, wenn es geschehen, verstrich abermals eine geraume Zeit, ehe sie wiederum abgerissen wurde. Dagegen konnte ich, wenn ich das Wasser langsam erkalten liefs, sehr viele Versuche bei abnehmender und sehr wenig verschiedener Temperatur anstellen. So entstanden viele Reihen von Beobachtungen, welche eine sehr regelmäfsige Abnahme der Synaphie mit steigender Temperatur darthaten und nichts zu wünschen übrig gelassen haben würden, wenn sie, mit einander verglichen, so gut übereingestimmt hätten, wie die Beobachtungen einer jeden Reihe unter sich. Das Auge folgte übrigens den

Angaben eines Fahrenheit'schen Thermometers mit Leichtigkeit, so dafs ich jedesmal sehr genau die Temperatur kannte, bei welcher das Abreißen erfolgte. Die jedesmaligen Temperaturunterschiede mußten klein seyn, um die Fehler zu vermeiden, welche aus der ungleichen Temperatur der sich abkühlenden Wassertheilchen entspringen konnten. Ich wage jedoch nicht zu behaupten, dafs die an der Platte befindlichen Theilchen immer genau dieselbe Temperatur gehabt haben, als die entfernteren. Die an der freien Oberfläche liegenden verloren die Wärme durch Verdampfung schneller als die anderen durch bloße Leitung, welche, wie wir aus den Versuchen von Despretz wissen, sehr gering ist (Ann. Bd. 46, S. 340).

Wenn ich nun weiter untersuche, warum ich beim Erkalten der Flüssigkeit kleinere Abweichungen fand als beim Erwärmen derselben, so scheint mir die Ursache in der Bewegung der Theilchen zu liegen, welche bei der erkaltenden Flüssigkeit geringer ist, als bei der sich erwärmenden. Allerdings ist in beiden Fällen zwischen den oberen und unteren Schichten ein Temperaturunterschied, und folglich eine aufwärts gerichtete Bewegung der wärmeren Theilchen vorhanden; aber dieselbe ist in jenem Falle kleiner als in diesem. Wenn wir erwärmen, verlieren die oberen Schichten Wärme, während die unteren sie von der Lampe empfangen; bei der Erkaltung dagegen verlieren die Theilchen durch Ausstrahlung die Wärme gleichmäfsiger nach allen Seiten. Es würde wunderbar seyn, wenn diese Bewegung, durch welche der Abstand zwischen den zusammenhängenden Theilchen geändert wird, durchaus keinen Einfluß auf die beobachteten Gröfsen hätte. Dazu kommt noch, dafs aus dem Wasser, dessen Temperatur erhöht wird, Luftblasen aufsteigen, die eine neue Erschütterung bewirken, indem sie sich an die Platte setzen¹⁾; dergleichen kommen aus erkaltendem Wasser nicht zum Vorschein.

1) Die vom Boden des Gefäßes aufsteigenden Blasen steigen nicht senkrecht in die Höhe, sondern weichen von der verticalen Linie ab, und ziehen die Platte und deren Rand in die Höhe, wie ich manchmal beobachtet habe.

Dieser Uebelstand kann vermieden werden, wenn man Wasser anwendet, das durch vorheriges Kochen größtentheils von Luft befreit worden ist; aber die andere Fehlerquelle bleibt doch. Die Mischung des Wassers ist desto weniger homogen, als die Theilchen in Temperatur verschiedenen sind, und dieses schadet sehr. Es war diess am deutlichsten, als ich, um das durch Verdampfung fortgegangene Wasser zu ersetzen, oder um die Temperatur etwas schneller zum Sinken zu bringen, kaltes Wasser hinzugoss, wovon ich denn auch bald ganz zurückkam, denn das zum Abreißen erforderliche Gewicht verminderte sich außerordentlich. Wassertheilchen, welche eine andere Temperatur besitzen, bewirken ebenso eine ungleichmäßige Mischung als einige Tropfen Säure. Aus dieser Heterogenität ist erklärlich, weshalb der Zusatz von $\frac{1}{460}$ an Schwefelsäure oder Kali die Adhäsion der Platte um ein Sechstel schwächte, nicht, wie Ruhland meinte, aus der Wirkung dieser Substanzen. Auch Frankenheim hat diese Ansicht verworfen, und durch seine Versuche bewiesen, daß sie falsch ist. Ich glaube jedoch nicht, daß man seiner Erklärung unbedingt beitreten dürfe, und bin der Meinung, daß man, wie gesagt, die Thatsache eher aus der Heterogenität der Flüssigkeit erklären müsse. Aus der nämlichen Ursache muß auch dafür gesorgt werden, daß die Platte dieselbe Temperatur habe als das Wasser; darum liefs ich die Platte immer einige Zeit mit der Oberfläche in Berührung, ehe ich die Beobachtung anstellte, und liefs sie auch, nach dem Abreißen, der Oberfläche sehr nahe und in dem sich daraus entwickelnden Dampfe.

Je mehr die Temperatur stieg, desto ungewisser und schwankender waren die Resultate, da die Bewegung der Theilchen, wegen schnellerer Verdampfung, immer rascher wurde; auch hatte der Dampf bei 90° schon eine solche Spannung, daß er sichtbare Vibrationen in der Flüssigkeit erregte; endlich verdichtete sich dann auch der Dampf an der oberen Fläche der Platte, machte diese schwerer und liefs also zu große Werthe finden. Diesem war zwar durch

Abtrocknen abzuheffen, allein es ist klar, daß man hiedurch keine Compensation der Fehler erwarten konnte. Die Beobachtungen durften nicht auf diese Weise angestellt werden, sie mußten verworfen werden, da die Condensation bewies, daß die Platte nicht gleiche Temperatur mit dem Wasser hatte. Im Allgemeinen fand ich zwischen 90° und 100° kleinere Werthe, als mit der Formel $p = \alpha - \beta t$ überein kamen, wenn die Constanten aus den übrigen Beobachtungen bestimmt wurden; wegen der Menge von Fehlerquellen, die sie mit sich führen, habe ich ihnen nicht Gewicht genug beigelegt, um noch ein drittes Glied $-\gamma t^2$ hinzuzufügen.

Ich werde nun meine Beobachtungen folgen lassen.

Saure Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd.

Dichtigkeit 1,125.

Temp. F.	Gewicht, beob. Gran.	Gewicht, berechn. nach I.	Unterschied.	Gewicht, berechn. nach II.	Unterschied.
81,5	10,72	10,77	+ 5	10,86	+14
76	10,98	10,90	- 8	10,98	0
72	10,92	10,98	+ 6	11,07	+15
70	11,15	11,02	-13	11,11	- 2
69	11,18	11,04	-14	11,13	- 5
57	11,34	11,28	- 6	11,37	+ 3
45	11,37	11,53	+16	11,61	+24
40	11,50	11,62	+12	11,71	+21
37	11,50	11,68	+18	11,77	+27
36	11,59	11,70	+11	11,80	+21
34	11,72	11,74	+ 2	11,84	+14
33	11,83	11,76	+ 7	11,86	+ 3
31,5	11,96	11,80	-16	11,89	- 7
27	11,90	11,89	- 1	11,98	+ 8
23	12,15	11,97	-18	12,07	- 8

I. Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet

$$p = 12,43 - 0,0201t.$$

C.

II. Aus den Beobachtungen bei niederen Temperaturen

$$p = 12,55 - 0,021t.$$

C.

Lösung von reinem schwefelsaurem Kupferoxyd.
Dichtigkeit 1,212.

Temp. F.	Gewicht, beob.	Gewicht, beob.	Gewicht, berechn.	Unterschied.
200	11,86	11,83	11,84	- 2
192	11,77		11,93	+16
190	12,09		11,95	-14
182	12,12		12,03	- 9
162	12,18		12,25	+ 7
158	12,12		12,29	+ 7
156		12,19	12,31	+12
146	12,38		12,42	+ 4
140	12,38	12,18	12,48	+10
134	12,48		12,54	+ 6
132	12,51	12,60	12,56	
118	12,74	12,77	12,71	- 6
108	12,80		12,80	0
102		12,80	12,86	+ 6
90	12,77		12,98	+21
86	12,83		13,03	+20
80	13,06		13,10	+ 4
78	13,10		13,12	+ 2
70	13,16		13,21	+ 5
68	13,19		13,23	+ 4
66	13,37		13,26	-11
64	13,40		13,30	-10

Berechnet nach der Formel

$$p = 13,65 - 0,011 (t - 32^\circ).$$

F.

$$p = 13,65 - 0,02t.$$

C.

Lösung von schwefelsaurem Natron.

Dichtigkeit 1,160.

Temp. F.	Gewicht		Unter- schied.	Temp. F.	Gewicht		Unter- schied.
	beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.	
72°	12,16	12,04	-12	118°	11,43	11,57	+14
76	12,02	12,00	- 2	132	11,43	11,43	0
76	11,87	11,99	+12	134	11,35	11,41	+ 6
78	11,84	11,97	+13	144	11,35	11,31	- 4
80	11,70	11,95	+25	146	11,23	11,29	+ 6
80	11,64	11,95	+31	156	11,23	11,19	- 4
86	11,64	11,89	+25	158	11,11	11,17	+ 6
88	11,76	11,87	+11	168	11,05	11,07	+ 2
90	11,54	11,85	+31	176	11,05	10,99	- 6
94	11,54	11,81	+27	182	10,79	10,93	+14
98	11,51	11,77	+26	190	10,67	10,85	+17
102	11,48	11,73	+25	192	10,57	10,83	+26
108	11,48	11,67	+19	200	10,56	10,75	+18
110	11,31	11,65	+34				

Berechnet nach

$$p = 12,44 - 0,01 (t - 32^\circ).$$

F.

$$p = 12,44 - 0,018t.$$

C.

Lösung von schwefelsaurem Natron.

Dichtigkeit = 1,065.

Temp. F.	Gewicht		Unter- schied.	Temp. F.	Gewicht		Unter- schied.
	beobacht.	berechn.			beobacht.	berechn.	
59°,5	5,74	5,77	+ 3	36°	6,21	6,15	- 6
55	5,90	5,84	- 6	33	6,21	6,20	- 1
54	5,90	5,86	- 4	33,5	6,26	6,19	- 7
51	5,88	5,90	+ 2	33	6,26	6,20	- 6
51	5,91	5,90	- 1	30	6,32	6,25	- 7
47	5,91	5,96	+ 5	29	6,37	6,27	-10
44	5,98	6,00	+ 2	24	6,39	6,35	- 4
44	5,98	6,00	+ 2	22,5	6,39	6,37	- 2
42	5,92	6,03	+11	21	6,45	6,40	- 5
39	5,98	6,08	+10	18	6,43	6,45	+ 3
38	6,04	6,09	+ 5	16,5	6,63	6,47	
36	6,11	6,15	+ 4	16	6,75	6,49	
				14	6,81	6,52	

Berechnet nach der Formel

$$p = 6,75 - 0,0166t. \quad C.$$

Reines Wasser.

Temp. F.	Beobachtet		Berechnet nach I.	Untersch. mit dem Mittel der Beobacht.	Berechnet nach II.	Untersch. mit dem Mittel der Beobacht.
	Reihe I.	Reihe II.				
208°	11,05	11,02	11,19	+16	11,07	+ 3
204	10,93	10,93	11,24	+31	11,13	+20
200	11,34	11,25	11,30	0	11,20	-10
199	11,40	11,64	11,31	-31	11,21	-33
194	11,27		11,39	+12	11,30	+ 3
190	11,43	11,37	11,45	+ 5	11,37	- 3
186	11,49	11,37	11,50	+ 7	11,43	0
186		11,46	11,50	+ 4	11,43	- 3
178	11,67		11,61	- 6	11,57	-10
176	11,70		11,64	- 6	11,60	-10
173	11,86		11,69	-17	11,65	-21
170	11,89	11,70	11,74	- 6	11,70	-10
166		11,76	11,80	+ 4	11,77	+ 1
160	11,96	11,82	11,89	0	11,85	+ 4
153	12,24	11,90	12,00	- 7	11,96	- 9
142		12,14	12,16	+ 2	12,15	+ 1
138		12,20	12,22	+ 2	12,21	+ 1
130		12,35	12,34	- 1	12,34	- 1
110	12,47		12,64	+17	12,67	+20
108	12,53		12,67	+14	12,70	+17
106	12,59	12,47	12,70	+17	12,73	+20
62		13,52	13,37	-15	13,43	- 9
62	13,52	13,46	13,37	-10	13,43	- 4

Formel I ist

$$p = 14,28 - 0,0149t.$$

$$p = 13,81 - 0,0268t.$$

F.

C.

Reines Wasser.

Temp. F.	Beobachtet		Berechnet nach I.	Unter- schied.	Berechnet nach II.	Unter- schied.
	Reihe I.	Reihe II.				
116°	12,24		12,65	+41	12,57	+33
108	12,41		12,77	+36	12,70	+29
103	12,94		12,83	-11	12,78	-16
99,5	12,94		12,90	-4	12,85	-9
97		13,03	12,94	-9	12,88	-15
95		13,09	12,97	-12	12,90	-18
93	12,94	13,11	13,03		12,94	-8
89	13,07	13,13	13,09	-2	13,01	-9
85	13,12	13,15	13,13	-1	13,07	-6
84		13,16	13,14	-2	13,09	-7
82,5		13,19	13,16	-3	13,11	-8
82	13,12		13,17	+5	13,12	0
79		13,26	13,21	-5	13,17	-9
76		13,27	13,26	-1	13,22	-5
74		13,30	13,29	-1	13,25	-5
71	13,29	13,29	13,33	+4	13,30	+1
69	13,32	13,26	13,36	+6	13,33	+4
67,5	13,35		13,39	+4	13,35	0
67	13,32	13,32	13,39	+7	13,36	+4
66	13,38	13,37	13,40	+2	13,38	
66	13,39	13,40	13,41	+1	13,38	-2
65	13,42	13,42	13,42		13,39	-3
63	13,32		13,45	+13	13,42	+10
61,5	13,51		13,48	-3	13,44	-7
61	13,48		13,49	+1	13,45	-3
60	13,52	13,52	13,50	-2	13,47	-5
50	13,69		13,65	-4	13,64	-5

Formel I $p = 13,92 - 0,0271t$ C.

Formel II $p = 13,94 - 0,0293t$ C.

Die Endresultate zeigt nachstehende Tafel, welche in etwas abgeänderter Form die auf Seite 58 meiner Dissertation ist.

Flüssigkeit.	Beobacht. Gew. $p = a - \beta t$.	Dich- tigkeit.	Größe der Platte. Qdr. millim.	Werthe von a^2 .
Kupfervitriol, sauer	12,55 - 0,021t	1,125	2463	10,26 - 0,0343t
Kupfervitriol	13,65 - 0,02t	1,212	2500	10,15 - 0,0297t
Glaubersalz	12,44 - 0,018t	1,160	2463	9,472 - 0,0274t
Glaubersalz	6,75 - 0,017t	1,065	1250	12,86 - 0,0632t
Wasser 10°-40° C.	13,92 - 0,027t	1,000	2500	15,50 - 0,06t
Wasser 17°-94° C.	13,81 - 0,027t	1,000	2463	15,80 - 0,0614t

Die Gröfse α^2 ist aus den Poisson'schen Formeln berechnet, so wie ich sie a. a. O. p. 38 entwickelt habe. Mein Coëfficient ist also mehr als doppelt so groß als der Brunner'sche. Ist dieß nun allein der Ungenauigkeit meiner Beobachtungen oder der Methode selbst zuzuschreiben? Wider die erstere Vermuthung muß ich meine Beobachtungen in Schutz nehmen; jedenfalls bin ich dem Brunner'schen Werthe viel näher gekommen als Achard, dessen Schrift ich nicht gelesen habe, sondern von der ich nur die im Gehler'schen Wörterbuch mitgetheilten zwei Beobachtungen kenne, aus denen geschlossen wird $\beta = \frac{1}{100} \alpha$. Bei mir ist β noch nicht $= \frac{1}{250} \alpha$.

Frankenheim (Cohäsionslehre S. 87) sagt von Achard: »Er giebt eine Formel, nach welcher die Abnahme arithmetisch ist, und Rechnung und Beobachtung stimmen bis auf eine verschwindende Differenz mit einander überein. Auf 100° berechnet, würde M um nicht weniger als 0,29 seines Werthes bei 0° abgenommen haben, und D , das bei $0^\circ = 15,0$ ist, müßte bei 100° nur etwa 8,4 Millimeter betragen. Wer die Uebereinstimmung seiner Versuche mit einer Theorie erwartet, der findet sie gewöhnlich trotz Waage und Maafstab, besonders wenn die Wahl unter mehreren von einander abweichenden Beobachtungen dem eignen Er-messen überlassen bleibt.«

Es ist jedoch sonderbar, daß der Coëfficient derselbe, nur wenig größer ist als ich ihn gefunden habe. Ich habe in meiner Dissertation die Versuche von Achard gar nicht beachtet, weil ich sie, nach obigem Urtheile von Frankenheim, sogleich für ganz werthlos hielt. Wegen der andern Form, in der ich damals die obige Formel gegeben hatte, bemerkte ich die große Uebereinstimmung nicht, indem ich meine Coëfficienten nicht so berechnet hatte, daß sie vergleichbar waren. Die Versuche von Achard sind übrigens auch mit Adhäsionsplatten angestellt, und gilt also von ihnen, was ich von den meinigen sagen werde.

Berechnet man nämlich die Gröfse α^2 aus der von Poisson gegebenen Formel:

$$a = \frac{p}{\pi \mu r^2 \sqrt{2}} \left(1 + \frac{\pi \mu a^2 r}{3p} \right),$$

so ist bei Untersuchungen, wie die unserigen, nicht erlaubt $\mu=1$ zu setzen. Diefes aber habe ich bei Ausarbeitung meiner Dissertation gethan, und hätte mir von Herrn Dr. Brunner übel gedeutet werden können. Ich hätte erstlich p für jede Temperatur mit dem dazugehörigen μ dividiren, und aus dem so erhaltenen Quotienten eine Formel

$$\frac{p}{\mu} = \alpha - \beta t$$

berechnen müssen, dann aber aus $\alpha - \beta t$ den Werth von a^2 nach:

$$a^2 = \frac{(\alpha - \beta t)^2}{2(\pi r)^2} \left(1 + \frac{2\pi a^2 r}{3(\alpha - \beta t)} \right),$$

und also für $t=0$

$$a^2 = \frac{P^2}{2(\pi r)^2} \left(1 + \frac{2\pi a^2 r}{3P} \right).$$

Das zweite Glied habe ich wegen seiner Kleinheit vernachlässigt, und bin dann mittelst des ersten zu dem Ausdruck gelangt:

$$a^2 = \frac{\alpha}{2(\pi r^2)} - \frac{\alpha \beta}{(\pi r^2)^2} t = A - Bt,$$

wo

$$A = \frac{\alpha}{2\pi r^2} \text{ und } B = \frac{\alpha \beta}{(\pi r^2)^2}.$$

Suchen wir zunächst die Werthe von α und β für die Beobachtungen S. 185, so haben wir die Gleichungen

$$332,52 - 25\alpha + 614\beta = 0$$

und

$$813574 - 614\alpha + 16580\beta = 0$$

nach der Methode der kleinsten Quadrate, also:

$$\alpha = \frac{p}{\mu} = 138074 - 0,020628t \quad (I),$$

und folglich für diese Reihe

$$a^2 = 15,2515 - 0,045573t.$$

Für die Reihe auf S. 186 haben wir ebenso die Gleichungen

$$255,34 - 21\alpha + 1489,4\beta = 0$$

und

$$17909,395 - 1489,4\alpha + 115040\beta = 0,$$

woraus

$$\alpha = \frac{p}{\mu} = 13,667 - 0,021264t \quad (II)$$

und

$$a^2 = 15,395 - 0,04773t.$$

Die folgende Tafel zeigt die Uebereinstimmung dieser Formeln mit jeder der Reihen.

Erste Reihe.

Temp.	p	$\frac{p}{\mu}$	$\frac{p}{\mu}$ aus I.	Unterschied.	$\frac{p}{\mu}$ a. III.	Unterschied.
97°,8 C.	11,035	11,49	11,59	+10	11,57	+10
95,6	10,93	11,36	11,63	+27	11,63	+27
93,3	11,295	11,72	11,68	-4	11,68	-4
92,8	11,52	11,95	11,69	-26	11,69	-26
90,0	11,27	11,67	11,75	+8	11,75	+8
87,8	11,40	11,79	11,80	+1	11,80	+1
85,6	11,44	11,81	11,84	+3	11,85	+4
81,1	11,67	12,02	11,94	-8	11,95	-7
80,0	11,70	12,04	11,96	-8	11,97	-7
78,3	11,86	12,19	12,00	-19	12,005	-18,5
76,7	11,795	12,11	12,04	-7	12,04	-7
74,4	11,76	12,06	12,08	+2	12,085	+2,5
71,1	11,89	12,17	12,16	-1	12,165	-0,5
67,2	12,07	12,32	12,24	-8	12,245	-7,5
61,1	12,14	12,35	12,37	+2	12,38	+3
58,9	12,20	12,40	12,42	+2	12,425	+2,5
54,4	12,35	12,52	12,51	-1	12,52	0
43,3	12,47	12,58	12,75	+17	12,755	+17,5
42,2	12,53	12,64	12,78	+14	12,775	+13,5
41,1	12,53	12,63	12,80	+17	12,81	+18
16,7	13,50	13,52	13,31	-20	13,34	-18

Zweite Reihe.

Temp.	p	$\frac{p}{\mu}$	$\frac{p}{\mu}$ aus II.	Unterschied.	$\frac{p}{\mu}$ aus III.	Unterschied.
39°,5 C.	12,94	13,035	12,99	-4,5	12,975	-6,5
37	12,94	13,025	13,03	+0,5	13,03	+0,5
36	13,03	13,11	13,055	-5,5	13,05	-6
35	13,09	13,17	13,075	-9,5	13,07	-10
34	13,025	13,10	13,10	0	13,095	-0,5
32	13,10	13,16	13,14	-2	13,135	-2,5
29,5	13,12	13,175	13,20	+2,5	13,19	+1,5
29	13,16	13,21	13,21	0	13,20	-1
28	13,19	13,24	13,23	-1	13,22	-2
27,5	13,12	13,17	13,24	+7	13,23	+6
26	13,26	13,30	13,27	-3	13,26	-4
24,5	13,27	13,31	13,30	-1	13,30	-1
23,5	13,30	13,335	13,32	-1,5	13,32	-1,5
21,5	13,29	13,32	13,36	+4	13,365	+4,5
20,5	13,28	13,305	13,38	+7,5	13,385	+8

Temp.	p .	$\frac{p}{\mu}$.	$\frac{p}{\mu}$ aus II.	Unterschied.	$\frac{p}{\mu}$ aus III.	Unterschied.
20° C.	13,35	13,375	13,395	+ 2	13,395	+ 2
19,5	13,32	13,345	13,405	+ 6	13,41	+ 6,5
19	13,375	13,40	13,415	+ 1,5	13,42	+ 2
19	13,395	13,415	13,415	0	13,42	+ 0,5
18,5	13,42	13,44	13,425	- 1,5	13,43	- 1
17,5	13,32	13,34	13,44	+10	13,45	+11
16	13,51	13,525	13,485	- 4	13,485	- 4
15,5	13,48	13,49	13,49	+ 0	13,495	+ 0,5
15,5	13,52	13,55	13,49	- 4	13,495	- 3,5
10	13,69	13,695	13,60	- 9,5	13,615	- 8

Die vorletzte Spalte enthält die berechneten Werthe für $\frac{p}{\mu}$, wenn ich die zwei Beobachtungsreihen combinire, und zwar auf folgende Weise:

Die erste Reihe ist mit der runden Platte von 2463 Quadratmillimeter angestellt, die zweite mit der viereckigen von 2500 Quadratmillimeter. Wir sehen aber den Einfluss und Nachtheil der Form der viereckigen Platte. Obgleich diese Platte die Gröfse P um $1\frac{1}{2}$ Hundertel hätte gröfser geben müssen, giebt sie sie nur um ein Hundertel gröfser. Indefs ist $13,667 + 0,137 = 13,804$, nicht abweichend genug von 13,807, um deshalb die Rechnung complicirter zu machen. Ich habe also angenommen, eine viereckige Platte gebe $\frac{1}{1000}$ weniger als eine runde von der nämlichen Gröfse, dafs demnach die Angaben meiner runden Platte um $\frac{1}{1000} = (\frac{1,5}{1000} - \frac{1}{1000})$ zu erhöhen seyen, um mit den Angabrñ meiner viereckigen Platte verglichen werden zu können. Multiplicire ich nun jedes für die erste Reihe gegebene $\frac{p}{\mu}$ mit 1,01, oder, was dasselbe ist, ändere ich in den Gleichungen

$$255,34 = \sum \frac{p}{\mu} \text{ in } 257,89 = 1,01 \times 255,34$$

und

$$17909,395 \text{ in } 18089,489,$$

so kann ich die Gleichungen der ersten Reihe mit denen der zweiten combiniren, und daraus α und β herleiten. So erhalte ich

$$590,46 - 46\alpha + 2103,4\beta = 0$$

und $26224236 - 2103,4\alpha + 131620\beta = 0$,

und daraus $\alpha = 13,832$, $\beta = 0,0218$;

also

$$\frac{p}{\mu} = 13,832 - 0,0218t \quad \dots \quad (III)$$

und

$$a^2 = 15^{mm},306 - 0,04824t.$$

Nach der Formel (III) für $\frac{p}{\mu}$ sind nun die gesammten

Werthe der vorletzten Spalte berechnet worden; ich habe indess die berechneten Werthe, um sie mit den beobachteten der ersten Reihe zu vergleichen, multiplicirt mit 0,99. Die letzte Spalte giebt dann den Unterschied des jedesmaligen $\frac{p}{\mu}$ für die zweite Reihe mit dem nach der Formel (III) berechneten, und für die erste Reihe mit 0,99 des eben so berechneten $\frac{p}{\mu}$.

Nun stimmen die verschiedenen a^2 sowohl unter sich als mit den von anderen Beobachtern gefundenen Werthen sehr gut. *Haec experimenta licet non tam bene cum formulis convenient*, sagte ich damals, und, obgleich sie nach vorstehender Berichtigung viel besser stimmen, sage ich es noch jetzt, *ut non meliora expectanda sint, tamen efficaciam caloris omni dubio majorem faciunt: ultiores disquisitiones indicare dicere debebunt, quomodo numeri coëfficientes α et β pro variis liquidis varii sint ab eorumque natura pendeant.*

Ueber die Abhängigkeit der Constanten A und B von der Natur der Flüssigkeit, glaube ich mit Hrn. Dr. Brunner, daß sie noch wenig bekannt ist. Die Vermuthung von Frankenheim halte ich noch nicht für genug bestätigt, um mit ihm anzunehmen, daß das Product aus a^2 , d. h. A_0 in dem Brechungsindex, eine constante Zahl sey. Ich habe sie a. a. O. p. 28 nur bezweifelt, konnte sie aber nicht verneinen, weil mir die interessanten Beobachtungen des Hrn. Prof. Mitscherlich nicht bekannt waren.

Auch die Formel, durch welche Frankenheim a^2 mit der Dichtigkeit verbindet (Cohäsionslehre S. 88), ist fehlerhaft. Ich habe sie darum p. 29 verworfen, und daran die Berechnungen von Kopp ¹⁾ ausgeführt nach der Interpolationsformel

$$a^2 = \frac{A\alpha + B\beta}{A + B},$$

worin A und B die Mengen der beiden Stoffe bezeichnen, α die Gröfse a^2 für den einen und β die für den anderen ist.

Diefs giebt für einige verdünnte Säuren die folgenden Resultate:

Temp.	Spec. Gew. g.	Wasser in 100; B.	a^2 beobacht.	a^2 berechnet.	Unter- schied.
Salpetersäure.					
16° C.	1,500	2,3	5,70	5,70	0,00
16	1,432	31,7	7,50	7,68	+0,88
16	1,372	35,2	8,80	8,92	+0,12
8,5	1,369	35,5	9,24	8,94	-0,30
8,5	1,275	53,7	10,73	10,55	-0,18
19	1,271	54,0	10,65	10,64	-0,01
13	1,223	61,7	11,30	11,34	+0,04
2,5	1,147	63,9	12,48	12,45	-0,03
19	1,117	79,2	12,71	12,92	+0,21
8,5	1,089	87,1	13,47	13,38	-0,00
Schwefelsäure.					
14,5	1,849	13,5	6,85	6,85	0,00
17,5	1,782	13,5	8,30	7,92	+0,38
17,5	1,609	29,0	9,40	9,17	-0,23
17,5	1,522	37,6	10,00	9,77	-0,23
17,5	1,382	50,7	11,50	10,90	-0,60
17,5	1,195	73,0	12,74	12,68	-0,06
17,5	1,127	81,7	13,41	13,38	-0,03
Chlorwasserstoffsäure.					
17,5	1,153	26,8	12,40	12,40	0,00
17,5	1,113	25,8	12,90	13,03	+0,13
17,5	1,057	62,5	13,90	12,92	+0,02

$A+B$ ist hier =100, ferner ist α die Capillarität der Säure (die bei der Salpetersäure natürlich hypothetisch ist, da

1) Ueber die Modification der mittleren Eigenschaft S. 170.

da N^2O^4 nicht für sich besteht) und β die des Wassers. Ich glaube wir werden uns fürs erste noch mit solchen Interpolationsformeln begnügen müssen. Die Temperatur ist nicht berücksichtigt worden.

Noch kann ich nicht die Einwürfe übergehen, welche Donny gegen die Methode zur Bestimmung der Synaphie bei Flüssigkeiten erhebt ¹⁾. Sehr geneigt bin ich, ihm einzuräumen, daß die eingeschlossene Luft die Synaphie sehr verändern könne, aber so finden wir denn doch immer die Synaphie für lufthaltige Flüssigkeiten. Die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung, und auch die Uebereinstimmung der Capillarrhöhe aus Beobachtungen mit Adhäsionsplatten ist doch so groß, daß sie nicht zufällig seyn kann. Wir brauchen uns auch nicht durch die von Hrn. Donny gemachten Einwürfe einschüchtern zu lassen.

Wenn anders ich es richtig verstehe, sonst würde meine Bemerkung keinen Werth haben, senkte er das Gefäß, dessen Flüssigkeit die Adhäsionsplatte berührte, während diese letztere befestigt war. Hiebei war es leicht die Flüssigkeit zu einer dünnen Säule auszuziehen, sobald es nur mit Vorsicht geschah, indem kein ziehendes Gewicht vorhanden war, welches immer und immer kräftiger wirkte. Bei den Beobachtungen mit den Adhäsionsplatten aber wird nur sehr wenig, etwa ein Zehntel der Platte von der Flüssigkeit verlassen, bei einer runden Platte nicht einmal so viel, und wenn die Flüssigkeit sich weiter zurückzieht, wird das nämliche Gewicht, welches nun an einer dünneren Säule hängen würde, sie immer noch dünner zu machen streben, wie es auch geschieht. Man kann dann nichts mehr auflegen, und man mißt also das Gewicht, das erforderlich ist, um die erste Verringerung des Querschnitts der Säule zu bewirken, gerade so wie man es wünscht. Der Einwurf des Hrn. Donny trifft also nicht.

Es verhält sich gerade so, wie mit einem Metalldraht nach Wertheim's Beobachtungen ²⁾. Wenn dieser ein-

1) *Mémoire sur la cohésion des liquides etc.* (Ann., Bd. 67, S. 562.)

2) Annalen, Ergänzungsband II, Heft 1.

mal durch ein Gewicht eine bleibende Verlängerung, also auch eine bleibende Verringerung seines Durchmessers erfahren hat, wird er durch ein und dasselbe Gewicht immer dünner werden und zuletzt zerreißen. Der nämliche Fall tritt bei Flüssigkeiten ein, nur schneller. Was Hr. Donny in seiner trefflichen Abhandlung gesagt hat, ist ganz richtig, nur bildet es keinen Einwurf gegen die Methode, die Synaphie durch Adhäsionsplatten zu bestimmen.

II. Ueber gewisse Erscheinungen beim Volta'schen Glühen, und die Zersetzung des Wassers durch Hitze; von W. R. Grove.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den *Philosoph. Transact. f. 1847, pt. I.*)

Im *Philosophical Magazine*, August 1841, empfahl ich zu eudiometrischen Zwecken den Gebrauch eines durch die Volta'sche Batterie in's Glühen versetzten Platindrahts. In Taf. I, Fig. 6, ist ein hiezu geeigneter Apparat abgebildet. Er besteht aus einer Röhre von böhmischem Glase, mit einem am oberen Ende eingeschmolzenen Bügel (*Loop*) aus Platindraht von $\frac{1}{80}$ Zoll Durchmesser. Die Größe der Glasröhre muß sich nach der zu untersuchenden Gasmenge richten; sie kann erforderlichenfalls sehr klein seyn, ein Achtelzoll weit; vermittelt eines Kupfer- oder Platindrahts oder Glasstabs, wie es dem Gase angemessen ist, kann man dieses in der Röhre zum Aufsteigen bringen. Eine Salpetersäure-Batterie aus zwei Zellen reicht vollkommen hin, den Draht in's Glühen zu bringen, und dieselbe Batterie liefert durch Elektrolyse reinen Sauer- und Wasserstoff zu der Analyse. Seit ich dieses Eudiometer vorschlug, habe ich selten ein anderes zu solchen Analysen angewandt, wo die zu untersuchenden Gase mit Sauerstoff oder Wasserstoff verbunden werden müssen. Es besitzt den Vorzug, daß

es dem Experimentator erlaubt, die Gase entweder zu verpuffen oder langsam zu vereinigen, je nachdem er durch Einschaltung von Drähten verschiedene Stromstärken anwendet oder auch blofs die Operation gehörig leitet, denn eine geübte Hand kann nach Belieben durch blofse Aenderung der Schließungsintervalle die Gase verpuffen oder ruhig vereinigen. Gewöhnlich verfuhr ich so, dafs ich erstlich den Draht mäfsig erhitzte, bis die Gase sich zusammenzogen, und dann allmähig die Hitze bis zum Glühen steigerte; dadurch wurden alle Zwecke des Volta'schen Eudiometers ohne Detonation und ohne den mislichen (*fickte*) elektrischen Funken erfüllt, so wie auch ohne dicke Röhren jede Gefahr des Zerspringens oder des Herumschleuderns der Gase entfernt.

Ich habe mit der Beschreibung dieses Eudiometers begonnen, da es indirect Veranlassung zu den in diesem Aufsatz auseinandergesetzten Versuchen gegeben hat; wegen seiner grofsen Bequemlichkeit, die noch nicht allgemein anerkannt ist, glaube ich den Chemikern einen Dienst zu erweisen, wenn ich es ihnen angelegentlichst empfehle.

In einem Aufsatz, der mit der Aufnahme in die *Philosoph. Transact. f. 1845 (p. 358)* beehrt wurde, habe ich eine andere, ebenfalls auf Volta'schem Glühen beruhende eudiometrische Methode angegeben ¹⁾. Es wurde dadurch Kampherdampf in Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff zerlegt. Es war dies eine Anwendung des Volta'schen Erglühens, um analoge Effecte hervorzubringen, wie sie Priestley und Andere mittelst Durchleitung zusammengesetzter Gase durch glühende Porcellanröhren bewerkstelligt haben.

Allein der Volta'sche Procefs hat unendliche Vorzüge: die Hitze läfst sich unvergleichlich intensiver machen, die zu untersuchende Dampf- oder Gasmenge kann unbegrenzt klein genommen werden, Hähne und Verbindungsstücke sind überflüssig, und eine Endosmose, wie sie bei allen Porcellan- (? P.) Gefäfsen stattfindet, steht nicht zu besorgen.

1) Man wird diesen Aufsatz in dem nächstens erscheinenden dritten Hefte des Ergänzungsbandes II finden. P.

Ich beschloß daher auf diese Weise mehrere Gase zu untersuchen, sowohl um unter verschiedenen Umständen bekannte Resultate zu bestätigen, als auch um neue Thatsachen aufzusuchen. Ich gebrauchte ein Eudiometer (Fig. 6, Taf. I) von 8 Zoll Länge und 0,4 Zoll innerem Durchmesser, setzte darin die Gase einer intensiven Hitze aus, und analysirte darauf die Rückstände in einem Rohre von derselben Länge, aber nur 0,2 Durchmesser.

Zunächst will ich die physischen Wirkungen verschiedener Gase auf das Erglühen des Drahtes selbst betrachten.

In einem Aufsatz über den Gebrauch des Volta'schen Glühens zur Grubenbeleuchtung ¹⁾ habe ich der auffallenden Wirkung erwähnt, welche der Wasserstoff in Schwächung des Glühens eines Platindrahtes ausübt, in dem Maasse, daß ein in der atmosphärischen Luft voltaisch erglühender Draht scheinbar erlöscht, wenn man eine Glocke mit Wasserstoff darüber stülpt. Bei anderen Gasen sind die Wirkungen nicht so auffallend, und bei ihnen zeigen sich die Unterschiede am besten, wenn man ein Voltameter in die Kette einschaltet. Davy fand, daß das Leitvermögen eines Drahtes im Verhältniß zum Grade seiner Erhitzung abnimmt. Angenommen die Richtigkeit dieses Satzes ²⁾, würde die Gasmenge im Voltameter sich umgekehrt wie die Stärke des Glühens des Drahtes verhalten. Folgendes ist das Resultat, welches ich mit verschiedenen Gasen erhielt, unter Anwendung einer selben Batterie (der Salpetersäure-Batterie in ihrer constantesten Periode), eines selben Drahtes und eines selben Gefäßes.

Draht in:	Gas im Voltameter pro Minute	Draht in:	Gas im Voltameter pro Minute.
Wasserstoffgas	7,7 Kbzoll	Atmosph. Luft, doppelt verdichtet	6,5 Kbzoll
Oelbildendes Gas	7,0	Stickgas	6,4
Kohlenoxydgas	6,6	Atmosphärischer Luft	6,4
Kohlensäuregas	6,6	dito verdünnt	6,3
Sauerstoffgas	6,5	Chlorgas	6,1

1) *Philosoph. Magazine*, December 1845.

2) Streng ist er nicht, wie die Messungen von Lenz (*Annalen*, Bd. 34, S. 418 und Bd. 45, S. 105) dathun. P.

Um zu ermitteln, in welchem Verhältniß die von derselben Batterie und demselben Draht erzeugte Wärme in Gasen stehe, die in dem Leuchten des Platindrahts auffallende Unterschiede zeigten, construirte ich einen Apparat, worin die Kugel eines Thermometers einen gewissen Abstand hatte von einem durch eine Batterie von vier Zellen in's Glühen versetzten Drahtgewinde, und zwar zuerst umgeben von einer Atmosphäre aus Wasserstoff und dann von einer aus atmosphärischer Luft, bei gleicher Temperatur und gleichem Druck. In fünf Minuten stieg das Thermometer im Wasserstoffgas $7^{\circ} \frac{1}{2}$ und in der Luft 15° . Die wärmenden und leuchtenden Wirkungen scheinen also in der atmosphärischen Luft gröfser als im Wasserstoff zu seyn.

Die Unterschiede in obiger Tafel weifs ich nicht genügend zu erklären. Im Ganzen scheint die Tendenz zum Glühen in den elektronegativen Gasen gröfser zu seyn als in den brennbaren; allein zu einer Verallgemeinerung sind der Thatsachen noch zu wenig. Anfangs war ich geneigt, den Unterschied der Wirkung beim Wasserstoff für analog der von Leslie bei der Schallfortpflanzung erwähnten Eigenthümlichkeit dieses Gases zu halten ¹⁾; allein die Parallele hält nicht Stich. Der Schall wird durch verdünnte Luft, so gut wie durch Wasserstoff unvollkommen fortgepflanzt, dagegen ist die Hitze des glühenden Drahts am intensivsten in jener, und am schwächsten in diesem. Die Hitze wird auch sehr geschwächt in Wasserstoffverbindungen, z. B. Ammoniak und ölbildendem Gase, selbst durch geringe Beimischungen von Wasserstoff zu anderen Gasen, z. B. Stickgas. Der Wasserstoff scheint demnach in dieser Beziehung eine eigenthümliche und specifische Wirkung auszuüben ²⁾.

1) *Transact. of the Cambridge Philosoph. Society, Vol. I., p. 267.*

2) Das Erkalten eines galvanisch glühenden Drahts in verschiedenen Gasen geschieht wohl *mutatis mutandis* nach denselben Gesetzen, welche Dulong und Petit für das Erkalten eines auf gewöhnliche Weise erhitzten Körpers festgestellt haben. Auf einen so erhitzten Körper wirkt auch das Wasserstoffgas am schnellsten erkaltend, dann folgt ölbildendes Gas, Kohlensäure etc. (*Ann. de chim. et de phys. (1817), T. VII, p. 351.*)

Ich schreite nun zur Betrachtung der Effecte des glühenden Drahts auf verschiedene Gase. In jedem Fall wurde das Glühen bis auf's Aeufserste getrieben, und das Gas, nachdem es diesem Glühen ausgesetzt worden, auf seine anfängliche Temperatur erkalten gelassen.

Wenn die Versuche über Wasser angestellt wurden, war das Eudiometer ganz untergetaucht in ein Gefäß mit destillirtem Wasser, und dieses zuweilen mit einer zolldicken Oelschicht übergossen (Taf. I, Fig. 7) ¹⁾. Wenn Quecksilber oder ein langes Glühen erforderlich war, wurde eine gebogene Röhre, wie Fig. 8, angewandt, und diese mit ihrem verschlossenen Ende in Wasser und Oel getaucht, um die sonst eintretende Schmelzung des Glases zu verhüten.

Die Röhren kann man leichter vor dem Zerspringen schützen und das Glühen besser unterhalten, wenn, statt des Wassers, Oel außerhalb ist; allein da ich bei vielen Versuchen durch einen etwaigen Riss im Glase oder durch ein schlechtes Einschmelzen des Drahts bedeutend irregeleitet seyn würde, indem Oel in die Röhre eingetreten wäre, so gebrauchte ich in den meisten Fällen Wasser, bis ich mich der Erscheinungen versichert hatte.

Der Apparat Fig. 8 ist in einer Hinsicht vorzüglicher als der Fig. 7, selbst für Versuche über Wasser, da, weil der Draht sich unter dem Wasservolum befindet, die Circulation rascher ist. Dasselbe bewirkt man auch durch Anwendung des Eudiometers Fig. 9, in welchem der Platindraht in der Mitte der Röhre angebracht ist, um eben über der Oberfläche des Wassers zu seyn. Diese Form hat jedoch in der Handhabung einige Schwierigkeiten, welche sie practisch von geringerem Werthe macht als Fig. 6.

Stickstoffoxyd zog sich, über destillirtem Wasser, im Verhältniß zur Hitze verschiedentlich zusammen; bei dem besten Versuch betrug der Zusammenzug ein Drittel seines anfänglichen Volums. Das rückständige Gas war Stickstoff.

1) In dieser und in den Fig. 8 und 10 bedeuten die Striche von dem Platindraht zu den Quecksilbernäpfen Kupferdrähte.

Im Wasser fand sich Salpetersäure gelöst. — Ueber Quecksilber waren die Wirkungen nahe dieselben. Das Quecksilber war angegriffen, und es zeigten sich rothe Dämpfe von salpetriger Säure.

Stickstoffoxydul wurde in Stickstoff und Sauerstoff zerlegt. Das Volum vergrößerte sich um 0,35 des anfänglichen. Die volle Vergrößerung, um 0,5 Sauerstoff, konnte ich nicht erreichen.

Kohlensäure erlitt keine wahrnehmbare Veränderung.

Ammoniak vergrößerte sich zum Doppelten seines anfänglichen Volums; es war nun nicht mehr verschluckbar vom Wasser, und bestand aus 3 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Stickstoff.

Öelbildendes Gas zog sich etwas zusammen und setzte Kohle ab. Der Rückstand war Wasserstoff und ölbildendes Gas; je größer die Hitze desto mehr vom ersteren, doch gelang es nicht das erstere ganz zu zersetzen.

Stickgas erlitt keine Aenderung.

Sauerstoff erfuhr eine schwache Zusammenziehung, $\frac{1}{30}$ seines Volums betragend. Der angewandte Sauerstoff war sehr rein, aus chloresurem Kali und Manganhyperoxyd dargestellt, auch durch Elektrolyse aus Wasser erhalten. Nachdem es dem glühenden Draht ausgesetzt worden, zeigte es sich in seinen Eigenschaften nicht verändert. Die Zusammenziehung bin ich geneigt einem geringen Gehalt an Wasserstoff zuzuschreiben, eine Ansicht, welche man, glaube ich, durch die sogleich zu beschreibende Wirkung des glühenden Drahts auf Wasserstoff bestätigt finden wird. Einmal dachte ich, die Zusammenziehung möchte von einer geringen Oxydation des Drahtes herrühren; allein sie stieg niemals über einen sehr bestimmten Punkt, auch änderte der Draht sich weder an Volum noch an Gewicht, obwohl er mehre Stunden im Glühen erhalten ward.

Chlor über Wasser gab weisse Dämpfe, und an der Wandung der Röhre, nahe beim Platindraht, sammelte sich ein graugelbes unlösliches Pulver, welches von gleicher Natur wie die Dämpfe zu seyn schien. Der Niederschlag war in kal-

ter Salpetersäure, Schwefelsäure oder Salzsäure unlöslich, löste sich aber in letzterer beim Sieden. Die Dämpfe schienen auf das Lackmuspapier nicht zu wirken; zwar theilten sie demselben einen kaum merkbaren Stich in's Rothe mit, allein ich hatte alle Ursache dieses einer kleinen, vom Wasser nicht absorbirten Menge Salzsäure zuzuschreiben. In Betracht der vielen Versuche, die mit erhitztem Chlor angestellt worden sind, ist es wahrscheinlich ein bekanntes Product, obwohl ich in mehren, von mir zu Rathe gezogenen Büchern keine Substanz beschrieben finden kann, die auf dasselbe paßt. Sollte ich finden, daß es eine neue Verbindung ist, werde ich wahrscheinlich die Untersuchung derselben wieder aufnehmen ¹⁾).

Cyan gab, obwohl in sehr geringer Menge, einen etwas ähnlichen Niederschlag, allein bei der dann sehr hohen Temperatur begann es rasch auf das Quecksilber zu wirken, und nach einstündigem Glühen war ich genöthigt den Versuch aufzugeben. Beide Gase erfordern zur Untersuchung ihres Verhaltens beim Volta'schen Glühen neue, besonders eingerichtete Apparate.

Wasserstoff gab eine sehr bedeutende Zusammenziehung, in einigen Fällen ein Zehntel seines Volums betragend. Diefes unerwartete Resultat wurde sorgfältig von mir untersucht. Es zeigte sich sowohl über Wasser als über Quecksilber, eher stärker mit ersterem, als mit letzterem. Ich erhielt es gleich gut mit Wasserstoff, der durch Elektrolyse aus sorgfältig destillirtem Wasser und reiner Schwefelsäure dargestellt, als mit dem, der durch gemeines oder destillirtes Zink und reiner, mit destillirtem Wasser verdünnter Schwefelsäure gewonnen worden war. Die Zusammenziehung war geringer, wenn das Wasser, aus welchem der Wasserstoff dargestellt wurde, durch Kochen und Auspumpen sorgfältig von Luft befreit worden war; allein selbst wenn man das Wasser bis auf's Aeußerste von Luft zu befreien gesucht hatte, blieb eine beträchtliche Zusammenziehung. Bei zahlreichen Versuchen über diesen Gegen-

¹⁾ Siehe den folgenden Aufsatz

stand schwankte die Zusammenziehung vom $\frac{1}{10}$ bis zum $\frac{1}{20}$ des anfänglichen Volums.

Nach manchen fruchtlosen Versuchen ergab sich als Ursache eine kleine Menge Sauerstoff, die der Wasserstoff in allen von mir untersuchten Fällen enthält. Phosphor in Wasserstoff gebracht, der mit der äußersten Sorgfalt dargestellt worden, giebt Dämpfe von phosphoriger Säure, leuchtet im Dunkeln und bewirkt eine schwache Zusammenziehung. Aber dennoch findet hernach bei Anwendung des glühenden Drahts eine fernere Zusammenziehung statt.

Als einfache Erläuterung der Schnelligkeit, mit welcher der Wasserstoff sich den Sauerstoff aneignet, will ich folgenden leichten Versuch anführen. Man sammle Wasserstoff über wohl von Luft befreitem Wasser, und lasse darin ein Stück Phosphor verweilen, bis alle Verbrennung aufgehört hat; der Wasserstoff wird dann mit Phosphordämpfen beladen seyn. Nun fülle man eine zweite Röhre mit (vermuthlich unausgekochtem — P.) Wasser und bringe den Wasserstoff rasch hinein; augenblicklich wird die zweite Röhre mit weissen Dämpfen von phosphoriger Säure erfüllt seyn, indem der Wasserstoff aus der von ihm durchstrichenen Wasserschicht sogleich Sauerstoff mit sich rifs.

Folgender Versuch wurde sehr sorgfältig angestellt. Destillirtes Wasser wurde mehre Stunden gekocht, dann dem Maafse nach ein Vierzigstel reiner Schwefelsäure zugefügt und unter der Glocke einer Luftpumpe erkalten gelassen. Hierauf brachte man es in zwei Glasbecher, verbunden durch eine enge umgekehrte Röhre voll derselben Flüssigkeit, stellte in jedes Glas eine Platinelektrode und liefs sogleich Wasserstoff in die Eudiometerröhren steigen (die zuvor offenbar in jenen Glasbechern mit demselben Wasser gefüllt, und über die mit einer Volta'schen Batterie verbundenen Platinplatten gestellt worden waren. — P.). Die ganze Operation geschah innerhalb 2 oder 3 Minuten nachdem das Wasser aus der Glocke herausgenommen war. Hier waren die gewöhnlichen Quellen der Unreinheit des Wasserstoffs entfernt; es wurde kein Zink gebraucht, die Schwe-

felsäure war rein, und deren Menge so gering, daß wenn sie auch nicht rein gewesen wäre, doch der Fehler nur sehr unbedeutend seyn konnte. Dennoch zog sich das so erhaltene Wasserstoff um $\frac{1}{6}$ seines Volums zusammen.

Wasserstoff auf dieselbe Weise bereitet, einem Stück Phosphor ausgesetzt, gab dichte weiße Dämpfe. Der Phosphor leuchtete im Dunklen länger als eine Stunde und zog das Gas um $\frac{1}{6}$ zusammen (nach sorgfältiger Berücksichtigung des Drucks und der Temperatur). Die durch den Draht bewirkte Zusammensetzung betrug folglich das Dreifache des dem Wasserstoff beigemengten Sauerstoffs, und der Sauerstoff betrug also $\frac{1}{3}$ des gesammten Volums. Der Platindraht bewirkt also eine größere Sauerstoffabsorption als der Phosphor, so lange nicht das Wasserstoffvolum durch Phosphordämpfe ausgedehnt ist. Weiterhin wird man es wahrscheinlich gemacht sehen, daß selbst ein glühender Draht nicht allen im Wasserstoff vorhandenen Sauerstoff verbindet und verbinden kann.

Ich habe den Aufsatz von Berzelius und Dulong, so wie den von Dumas über das Atomgewicht des Wasserstoffs nachgelesen. Der letztere enthält eine höchst sorgfältige und bei weitem die beste Bestimmung, die wir haben. Obwohl nicht gesagt ist, der Wasserstoff enthalte Sauerstoff, so ist doch eine Berichtigung angebracht für die in der benutzten Schwefelsäure enthaltene Luft. Dumas giebt nicht an, wie er die Menge dieser Luft berechnet habe. Unbedenklich sind bisher über den Gegenstand keine so sorgfältigen Versuche angestellt wie diese; allein bei vollster Anerkennung der Geschicklichkeit des Hrn. Dumas muß ich doch bemerken, daß ich bei allen meinen Versuchen eine so hartnäckige Tendenz des Wasserstoffs zu einem Gehalt an Sauerstoff wahrgenommen habe, daß ich Zweifel hegen muß, ob wir das Atomgewicht des Wasserstoffs schon innerhalb der angezeigten Fehlergrößen kennen.

Es ist schwierig einzusehen, wie der Wasserstoff von dem einmal in ihm enthaltenen Sauerstoff vollkommen befreit werden könne, da kein oxydirbares Metall, wie Zink,

oder kein glühendes unoxydirbares Metall, wie Platin, allen Sauerstoff fortnimmt, und der Phosphor, wenn er es thut, denselben durch seinen eigenen Dampf ersetzt. Die starke Annäherung des von Dumas bestimmten Wasserstoffaequivalents zu dem Verhältniß von ganzen Zahlen macht es indessen wahrscheinlich, daß es auch der Wahrheit sehr nahe komme.

Ich habe nicht vermocht Stickstoff in Wasserstoff zu entdecken; allein wahrscheinlich ist auch von ihm eine geringe Menge darin vorhanden. Ob der Sauerstoff von noch in der Flüssigkeit zurückgebliebener Luft herstamme, oder ein Theil sey des wirklich zersetzten Wassers, von dem aber der Sauerstoff nicht vom Zink absorbiert worden, ist eine Frage, deren Lösung fernere Versuche erfordert.

Wasserstoff und *Kohlensäure*, zu gleichen Volumen gemengt, wurden durch den glühenden Draht leicht afficirt. Sie zogen sich zu 0,48 ihres anfänglichen Volums zusammen. Der Rückstand war Kohlenoxyd. Ein Aequivalent Sauerstoff hatte sich demnach mit ein Aequivalent Wasserstoff vereint; die kleine überschüssige Zusammenziehung entsprang wahrscheinlich, wie oben angegeben, aus der ferneren Verbindung des Wasserstoffs mit Sauerstoff.

Kohlenoxyd zeigte eine merkwürdige Wirkung, die, vereint mit dem Ergebniß des letzten Versuchs, die Betrachtungen veranlafte, welche vornehmlich zu den weiterhin auseinandergesetzten Resultaten führten. Kohlenoxyd, sehr rein und sorgfältig von Kohlensäure befreit, wurde über destillirtem Wasser dem glühenden Drahte ausgesetzt. Bei einem Versuch vergrößerte das Gas sein Volum um ein Drittel, in den meisten Fällen um ein Fünftel. Die Vergrößerung hing von der Intensität des Glühens ab, welches wegen öfteren Schmelzens der Platindrähte sich schwierig auf seinem Maximum erhalten liefs.

Dies gab zu langen Untersuchungen und vielen irrigen Vermuthungen Anlaß, die ich hier nicht anzuführen brauche. Die Erscheinung trat nicht ein bei trockenem Gase über Quecksilber, und dies führte mich darauf, sie vom

Wasserdampf herzuleiten. Es stellte sich heraus, daß die Vergrößerung durch Bildung von Kohlensäure veranlaßt war. Durch Schütteln mit Aetzkali oder Kalkwasser wurde das Gas genau auf sein ursprüngliches Volum zurückgeführt; allein es zeigte sich jetzt gemengt mit einem Volum Wasserstoff gleich dem Volum der Kohlensäure, durch welches es vergrößert worden war. Hieraus ging also klar hervor, daß ein aus dem Wasserdampf abgeschiedenes Volum oder Aequivalent Sauerstoff sich mit einem Volum oder Aequivalent Kohlenoxyd zur Bildung von einem Volum oder Aequivalent Kohlensäure verbunden, und, statt des Kohlenoxyds, mit dem es sich verband, ein Volum oder Aequivalent Wasserstoff, mit dem es ursprünglich vereinigt war, zurückgelassen hatte.

Beim Vergleiche dieses Versuchs mit dem letzten, wo Kohlenoxyd und Wasserstoff gemengt waren, überraschte mich natürlich die sonderbare Umkehrung der Verwandtschaften unter so ähnlichen Umständen: in dem einen Falle war es Wasserstoff, welcher Sauerstoff von Kohlensäure nahm, um Wasser zu bilden und Kohlenoxyd zurückzulassen; in dem andern: Kohlenoxyd, welches Sauerstoff vom Wasser nahm, um Kohlensäure zu bilden und Wasserstoff zurückzulassen.

Ich dachte viel über diesen Versuch nach; zuletzt schien mir, daß der glühende Draht keine spezifische Wirkung ausübe, weder in Bildung noch in Zersetzung des Wassers, sondern daß er bloß das chemische Gleichgewicht instabil mache, und die Gase selber dann das stabile Gleichgewicht wieder herstellen, je nach den Umständen, in welche sie rücksichtlich der umgebenden Verwandtschaften versetzt sind; daß wenn der Zustand eines Gemenges von Sauerstoff und Wasserstoff bei einer gewissen Temperatur stabiler als Wasser sey, das letztere, wie das Ammoniak, vom glühenden Platin zersetzt werde. Diefß ist ein sehr roher Ausdruck meiner Ideen; allein wir haben keine Sprache für solche anticipatorische Begriffe; ich muß vorhandene Ausdrücke anwenden, so gut ich vermag.

Es schien mir nun, daß es möglich seyn werde, Wasser durch glühendes Platin zu zersetzen, daß man, angenommen der in unmittelbarer Nähe des glühenden Platins befindliche Dampf werde zersetzt oder die Verwandtschaft seiner Bestandtheile geschwächt, ein bloßes Gemenge dieser Bestandtheile erhalten müßte, wenn man die Dampfathmosphäre auf irgend eine Weise schnell entfernen könnte; und zweitens, daß, wenn, wie aus den beiden letzten Versuchen hervorgeht, die Quantität irgend einen Einfluß habe, es möglich sey, die gemengten Gase durch ein gewisses Quantum eines neutralen Stoffs zu scheiden, um sie durch nachherige Trennung (oder gleichsam Filtration) aus dem neutralen Stoff zu erhalten. Beide Ideen wurden verwirklicht.

Um die erste auszuführen, kittete ich, nachdem ich, wie gewöhnlich in solchen Fällen geschieht, viel im Dunklen umhergetappt hatte, einen Bügel (*loop*) von Platindraht in das Ende einer retortenähnlichen Röhre (Fig. 8, Taf. I), überschüttete ihn mit Asbest und stampfte diesen ein, so daß er am geschlossenen Ende der Röhre einen Pflock bildete, in dessen Mitte sich der Platindraht befand. Mein Zweck war, durch Glühen des Platindrahts das Wasser aus dem Asbest zu treiben, und da der glühende Draht sich dann in einer Dampfathmosphäre befand, hoffte ich, das Wasser würde durch Capillarattraction beständig auf den Platindraht herabsickern, in dem Maasse als der Dampf oder das zersetzte Wasser aufstiege. Der Versuch gelang aber nicht; das Wasser bildete einen Strom durch den Asbest, wobei es feine Theilchen wegschlemmte, und die Erscheinungen des gewöhnlichen Siedens traten ein, wenn nicht die Intensität der Batterie sehr verstärkt wurde, wo sich dann eine schwache Zersetzung zeigte, welche ich einer Elektrolyse zuschreibe. Dieser Versuch führte jedoch auf einen anderen, welcher gelang. Einige Male wurde der Pflock über dem Platin so verdichtet, daß er die Röhre verstopfte und der Draht plötzlich schmolz. Nun fiel mir bei, daß ich durch eine Verengung der Röhre über dem Platin das Resultat in meiner Gewalt haben würde, da ich

dem engen Halse jeden Durchmesser und jede Länge geben konnte, so dafs er das Wasser in dem Maafse herabtröpfeln oder fliefsen liefs als der Dampf in die Höhe stieg. Eine so gestaltete Röhre nebst Zubehör ist Fig. 10, Taf. I, abgebildet.

Das Resultat dieses Versuchs war sehr auffallend. Bei Anwendung zweier Zellen der Salpetersäure-Batterie wurde erst die Luft ausgedehnt und ausgetrieben, dann kam bald das Wasser in's Sieden, und bei einem gewissen Zeitpunkt wurde der Draht glühend in dem Dampf. In diesem Augenblick trat eine zitternde Bewegung ein, und getrennte nadelkopfgröfse Blasen von permanentem Gase stiegen auf und sammelten sich in der Biegung der Röhre zu einem Volum. Es war keine stetige Gasentwicklung wie bei der Elektrolyse, sondern es schien eine Reihe rascher Stöße zu seyn; das Wasser, durch den engen Hals zurückkehrend, bildete eine natürliche Klappe, welche Portionen von der den Draht umgebenden Atmosphäre durch eine intermittirende Wirkung abschnitt. Der Versuch bot eine neue und unbeschreiblich sonderbare Erscheinung dar. Das Gas war Sauer- und Wasserstoff. Manche, die diesen Aufsatz lesen, mögen anfangs die Wirkung für eine elektrolytische halten; allein Jeder, der sie sieht, wird nicht einen Augenblick so denken. Ich werde auch diese Voraussetzung durch die folgenden Versuche widerlegen; allein da diefs mein erster erfolgreicher Versuch über den Gegenstand war, und er in interessanter und auffallender Weise das Phänomen der Zersetzung durch Hitze darthut, so will ich noch Einiges zum Beweise hinzufügen, dafs die Erscheinung nicht durch Elektrolyse veranlafst seyn konnte.

Sollte es eine Elektrolyse gewesen seyn, so müfste vorausgesetzt werden, dafs der Draht einen solchen Widerstand darbot, dafs der Strom sich theilte, und der Ueberschufs desselben, statt durch den Draht zu gehen, durch die kleine herabsickernde Portion Wasser ginge.

Für's Erste stellte ich den Versuch mit destillirtem Wasser an, und gebrauchte nur eine Batterie von zwei Zellen, welche destillirtes Wasser nicht wahrnehmbar zersetzt.

Zweitens erfolgte die Zersetzung nicht eher als bis der Draht in's Glühen kam, obwohl vor dem Glühen dem Draht eine größere Fläche siedenden Wassers ausgesetzt war, als nach demselben.

Drittens wurde ein ähnlicher Versuch angestellt, aber der Draht in der Mitte durchschnitten, so daß er zwei Elektroden bildete, und das Wasser über einer Weingeistlampe zum Sieden gebracht. Hier wurde also der Strom nicht durch den Draht abgeleitet, sondern mußte ganz durch die Flüssigkeit gehen; dennoch fand keine Zersetzung statt, oder höchstens eine mikroskopische.

Viertens gaben, wenn statt des Oeles Wasser in dem äußeren Gefäße angewandt ward ¹⁾, selbst Kupferdrähte in dem siedenden Wasser dieses Gefäßes, obwohl der eine eine oxydirbare Anode bildete, keine Zersetzung, während der innere glühende Draht das Gasgemenge reichlich lieferte.

Fünftens wiederholte ich den Versuch mit einem vollkommen geraden Draht (Fig. 11, Taf. 1), um zu verhüten, daß das Wasser die kürzeste Linie für den Strom bildete. Das Resultat war genau dasselbe; allein der Versuch ist schwieriger, da eine gewisse Länge des Drahtes erfordert wird, deren genaue Einschmelzung Schwierigkeit hat; auch hält es schwerer die Größe der Kugel in das rechte Verhältniß zur Dampfbildung zu bringen. Der gerade Draht löscht plötzlich aus, und schmilzt leichter. Bei sorgfältiger Handhabung gelingt dieser Versuch aber eben so gut wie der vorhergehende.

Ich könnte noch andere Versuche und Argumente beibringen, glaube indess, daß man es, nach Lesung des Weiterhinfolgenden, schwerlich für nöthig erachten wird.

Ich richtete nun alle meine Anstrengungen darauf, die Wirkungen der Hitze für sich ohne die Batterie hervorzu- bringen. Ich will einige meiner erfolglosen Versuche an- führen, da sie Anderen Mühe sparen können. Ich schmolz

1) Jan. 8. — Ich habe seitdem gefunden, daß man die äußere Röhre mit Oel oder Wasser bei diesem Versuch entbehren kann, da das herab- sickernde Wasser die Schmelzung des Glases verhütet.

einen Platindraht in das Ende einer gekrümmten Röhre ein, füllte diese mit Wasser, und erhitze das herausragende Ende des Drahts stark mittelst des Löthrohrs, hoffend daß das Wärmeleitungsvermögen des Platins, obwohl geringer als das der meisten Metalle, doch das des Glases hinreichend übertreffen werde, um das in der Röhre befindliche Drahtstück zum Glühen kommen zu lassen und es mit einer Dampfatmosphäre zu umgeben. Allein das Wasser kochte vollständig vom Glase fort, und es gelang nicht den Platindraht von aussen her in's Glühen zu versetzen. Eben so gab Golddraht, statt des Platindrahts genommen, wegen seines besseren Leitvermögens ein negatives Resultat.

Ich schmolz Platinschwamm und Bündel von Platindrähten in die Enden von böhmischen Glasröhren ein, füllte die Röhren mit Wasser und erhitze das ganze Ende; allein das Wasser kochte vom Glase fort, und das Platin liefs sich nicht zum vollen Glühen bringen.

Nach vielen ähnlichen Versuchen kehrte ich zur Batterie zurück, und suchte sie in solcher Weise anzuwenden, daß eine Elektrolyse nicht füglich stattfinden konnte. Wie oben erwähnt, hatte ich gehofft eine rückständige Wasserzersersetzung zu erhalten, wenn ich die Gase durch eine neutrale Substanz verdeckte oder verdünnte. Deshalb machte ich folgenden Versuch. Ich füllte eine Röhre, wie Fig. 6, Taf. I, mit einem durch längeres Sieden und Auspumpen sorgfältig von Luft befreiten Wasser, kehrte sie dann in einem mit demselben Wasser gefüllten Gefäße um, und erhitze sie durch eine Weingeistlampe am verschlossenen Ende, bis die obere Hälfte mit Dampf gefüllt war. (Fig. 12.). Ich brachte den Draht mittelst der Batterie zum vollen Glühen, erhielt ihn einige Secunden darin, unterbrach dann die Verbindung und entfernte die Lampe, so daß das Wasser langsam stieg. In dem Ende der Röhre blieb eine Blase von dem Volum eines grossen Senfkorns zurück, welches als es an der Wasseroberfläche der Wanne einem brennenden Zündhölzchen genähert wurde, zu meiner grossen Befriedigung verpuffte. Der Versuch wurde nun unter längerem

Er-

Erglügen des Drahts wiederholt; allein das Gas liefs sich nicht über eine sehr beschränkte Menge vermehren; in der That war diefs auch nicht zu erwarten, da eine Wiedervereinigung der gemengten Gase stattfinden mufste, vielmehr wird es Jedem, der es zum ersten Male hört, ohne Zweifel überraschen, dafs überhaupt die Gase im Beiseyn des glühenden Platins unverbunden existirten.

Der Versuch wurde wie zuerst wiederholt und die Gasblase in eine andere Röhre übergeführt, dann der Draht wiederum im Dampfe zum Glühen gebracht und die sogleich gebildete Blase abermals entfernt, und so fort, bis nach etwa zehnstündiger Arbeit eine zur Analyse hinreichende Menge Gas gesammelt war. Diefs Gas wurde nun in ein Eudiometer gebracht und verpufft; es hinterliefs 0,35 seines ursprünglichen Volums, und dieser Rückstand war Stickgas. Der Versuch wurde mehrmals mit demselben allgemeinen Resultat wiederholt; zuweilen enthielt der Rückstand eine Spur von Sauerstoff.

Hier war die Elektrolyse ausgeschlossen; der Draht glühte, wenn ich so sagen darf, in trockenem Dampf, indem der obere Theil der Röhre weit über dem Siedpunkt erhitzt, und dem zufolge ganz klar war. Wenn es keine Wirkung der Hitze war, mufste es eine neue oder wenigstens bisher unbekannte Function des elektrischen Stroms seyn.

Da der Volta'sche Bogen und der elektrische Funke Hitze von der grössten Intensität liefern, so liefs ich in dem Apparat, Fig. 13, Taf. I, aus Platinspitzen eine Reihe elektrischer Funken durch Wasserdampf schlagen, wozu das Wasser, wie bei allen meinen Versuchen, zuvor von Luft befreit worden war (Kürze halber will ich es künftig zubereitetes Wasser nennen). Die Funken lieferte die Hydro-Elektrisirmaschine der London-Institution; sie sehen in dem Dampf schön karmosinroth aus. Nach dem Erkalten der Röhre war in derselben eine Blase, die angezündet verpuffte.

Wie bei den vorherigen Versuchen vergröfserte sich durch die Arbeit eines ganzen Tages die Blase nicht, wurde

sie aber fortgeschafft, bildete sich sogleich eine neue. Das Gas auf ähnliche Weise gesammelt, liefs sich verpuffen, und gab einen Rückstand von 0,4 seines anfänglichen Volums, bestehend aus Stickstoff, mit einer Spur von Sauerstoff.

Auch dieser Versuch wird durch seine Neuheit überraschen. Dieselben Mittel, welche in jedem Laboratorium zur Bildung des Wassers aus seinen gasigen Bestandtheilen angewandt werden, zersetzten es hier ¹⁾. Aus einer grossen Zahl von Versuchen, welche ich über die Volta'sche und die zerreisende elektrische Entladung (welche beide ich für ähnliche, nur in Quantität und Intensität verschiedene Erscheinungen halte) gemacht habe, glaube ich, dafs die von denselben bewirkten Zersetzungen blofse Wirkungen der Wärme sind, und deshalb ist dieser Versuch, meiner Ansicht nach, eine Wiederholung des letzten unter anderen Umständen. Andere mögen jedoch nicht dieser Ansicht seyn. Auch diesen Versuch wiederholte ich mehrmals.

Durch Zählung der entstandenen Gasblasen und Vergleichung einer gewissen Zahl von ihnen mit dem durchschnittlichen Dampfvolum in den letzten beiden Versuchen, bemühte ich mich zu ermitteln, welches Verhältnifs von Wasser durch den glühenden Draht im Wasserdampf zersetzt werden könnte, oder, was ein Corollar hievon ist, welcher Grad von Verdünnung die gemengten Gase befähigen würde, ohne Verbrennung in einer dem glühenden Platindraht ausgesetzten Dampfatmosphäre zu existiren. Bei einem Versuch, bei welchem die Blasen so gezählt wurden, war das Verhältnifs 1 : 2400. Es ist jedoch wahrscheinlich, dafs das zersetzte Gasvolum nach der Temperatur des Drahts verschieden ist, desto gröfser, je stärker dieser glüht.

Obgleich keine Wirkung der Elektrizität bekannt ist, welche die in den beiden letzten Versuchen auftretende Erscheinung erzeugen könnte, und sie jedenfalls neu war, so beschlofs ich doch zu versuchen, sie durch Hitze allein,

1) In der That brauche ich kaum hervorzuheben, wie verschieden dieser Versuch von denen ist, bei welchen flüssiges Wasser durch den elektrischen Funken zersetzt wurde. Siehe den nachträglichen Aufsatz.

ohne den Gebrauch einer Batterie, hervorzubringen. Ich verschaffte mir eine silberne Röhre, 9 Zoll lang und 0,4 Zoll im Durchmesser, an deren Ende eine Kappe von Platin, und an diese wiederum eine engere Röhre von Platin gelöthet war. Diese Platinröhre war am Ende verschlossen und mit Gold gelöthet. Der Apparat wurde mit zubereitetem Wasser gefüllt, und das Wasser in der Röhre gekocht, um aus der engeren Röhre und dem Gefäße jede anhaftende Luft zu vertreiben. Dann wurde die Röhre, voll heißen Wassers, über Wasser umgekehrt, und die Flamme eines Löthrohrs auf die Platinröhre gerichtet (Fig. 14, Taf. I), bis diese weiß glühte. Nach Umkehrung der Röhre unter Wasser stieg eine Blase von Senfkorngröße zur Oberfläche, welche, angezündet, eine sehr schwache Verpuffung gab. Ähnliche Blasen, wie zuvor gesammelt und im Eudiometer verpufft, hinterließen 0,7.

Bei Wiederholung gelang der Versuch nicht so gut, nur manchmal, nicht immer, und ich erwähne seiner nur als des ersten, der mir, obwohl in nicht sehr befriedigender Weise, die Zersetzung durch bloße Wärme lieferte. Der Grund seiner Unsicherheit liegt, glaube ich, in dem Mangel einer hinreichend intensiven Hitze, da ich wegen der Goldlöthung nicht wagen durfte das Glühen sehr weit zu treiben. In der That, als ich später die Oxyhydrogenflamme auf den Apparat richtete, schmolz ich ihn am Ende und verdarb ihn. Wäre die Platinröhre nicht gelöthet, sondern geschweisft worden, so würde der Versuch ohne Zweifel besser gelungen seyn. Ich muß noch erwähnen, daß die silberne Röhre den Zweck hatte, die Möglichkeit einer Wiedervereinigung (der Gase) durch katalytische Wirkung einer großen Platinfläche zu verhüten und um eine kleine Platinfläche bei hoher Temperatur dem Dampfe auszusetzen; auch traten ökonomische Rücksichten hinzu. Dieser Versuch, obwohl, verknüpft mit den vorherigen, leidlich entscheidend, genügte mir doch nicht, und ich griff daher die Schwierigkeit in anderer Weise an. Der Versuch (Fig. 10) veranlaßte mich zu glauben, daß wenn ich Platin unter

Wasser zum Glühen brächte, so daß es von einer Dampf-atmosphäre umgeben wäre, Zersetzung eintreten würde, und Hrn. Boutigny's Versuche über den sphäroidalen Zustand des Wassers ließen mich hoffen, daß ich das Platin eine Zeit lang unter den für meinen Zweck geeigneten Umständen würde halten können.

Nach einigen mißlungenen Versuchen gelang der folgende vollkommen. Mittels einer Salpetersäure-Batterie von 30 Zellen wurde das Ende eines dicken Platindrahts zu einer pfefferkorngroßen Kugel geschmolzen, dann zwischen dieser und Holzkohle, als negativen Pol, der Volta'sche Bogen hervorgebracht, bis die Kugel wiederum ihren Schmelzpunkt nahe war, hierauf der Strom unterbrochen und die stark glühende Kugel in zubereitetes Wasser getaucht, welches durch eine Weingeistlampe kochend gehalten worden, und worin eine mit demselben Wasser gefüllte Röhre umgekehrt stand. Es stiegen vereinzelte Gasblasen in die Röhre, einigermaßen ähnlich wie beim Versuch mit Fig. 10. Der Proceß wurde wiederholt und dabei oft die Kugel im Zustande anfangender Schmelzung in das Wasser getaucht. Als eine hinreichende Menge Gas gesammelt worden, wurde es untersucht; es verpuffte und hinterließ 0,4 Rückstand, der wie gewöhnlich Stickgas mit einer Spur von Sauerstoff war. Ein zweiter Versuch gab ein besseres Resultat, indem das Gas nur 0,25 seines anfänglichen Volums zurückließ.

Als das Platin zum negativen, die Holzkohle zum positiven Pol gemacht wurde, ergab sich ein ganz anderes Resultat; es hatte sich Kohle auf das Platin abgesetzt, und dem zufolge war das Gas gemengt mit Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd. Ich kenne keinen Versuch, welcher die Verschiedenheit der Wirkung an den Polen (*disruptive terminals*) so auffallend zeigt, wie dieser. Wenn das Platin negativ ist, giebt es viele Kohlensäure; wenn es aber positiv ist, zeigt sich keine Spur davon (das Gas wurde sorgfältig darauf geprüft); ja wenn man das Platin vom negativen Pol zum positiven vertauscht, wird die Kohle sogleich

entfernt, und das Platin durch einen einzigen Versuch vollkommen blank.

Hier hatte ich demnach sehr genügend eine Zersetzung durch Hitze hervorgebracht. Zwar war die Batterie gebraucht worden, aber bloß um das Platin zu schmelzen, und sobald dieß geschmolzen war, wurde es von der Batterie getrennt, und konnte keine Volta'sche Action mehr ausüben. Um indess den Gebrauch der Batterie gänzlich zu vermeiden, wiederholte ich den Versuch dahin, daß ich das Platin mittelst eines Knallgasgebläses schmolz. Der Versuch gelang eben so gut, vielleicht gar besser, da die Handhabung leichter war.

Auf diese Weise konnte ich einen Kubikzoll und mehr von dem Gase sammeln; verpufft, hinterließ es einen Rückstand von 0,35 seines ursprünglichen Volums.

Bei sorgfältiger Beachtung dieses Versuchs bemerkte ich, daß anfangs eine rasche Folge von Blasen vom glühenden Platin in die Röhre stieg und dann die Entwicklung aufhörte. Das Wasser nahm den sphäroidalen Zustand an, und kein Gas stieg auf. Beim Aufhören dieses Zustandes ließ sich ein plötzliches Gezische hören, und eine einzelne Blase stieg in die Röhre. Ich suchte das von dem Platin vor und nach dem Ruhezustand aufsteigende Gas einzeln zu untersuchen, und stellte zu dem Ende zwei Röhren umgekehrt in die Schale, mit ihren Mündungen dicht neben einander. Das seinem Schmelzpunkt nahe Platin ward unter die eine Röhre (Röhre A) gebracht, und sobald keine Blasen mehr aufstiegen, nach der anderen (Röhre B) geführt, so daß die letzte Blase in diese Röhre trat. Die Gase aus jeder Röhre wurden für sich analysirt. Das aus der Röhre A verpuffte und hinterließ nur 0,2 Rückstand; das aus B verpuffte nicht, war Stickgas nebst einer Spur Sauerstoff.

Um die Wirkung eines oxydirbaren Metalls unter ähnlichen Umständen zu untersuchen, schmolz ich einen dicken Eisendraht an seinem Ende durch das Knallgasgebläse, tauchte ihn in zubereitetes Wasser und sammelte die Gasblasen.

Es hatte sich nur Wasserstoff, gemengt mit etwas Stickgas, entwickelt, kein Sauerstoff oder wenigstens nicht mehr als ich immer in Begleitung des Wasserstoffs antraf.

Ich war nun bemüht, eine continuirliche Entwicklung der gemengten Gase aus einem blofs der Hitze unterworfenen Wasser hervorzubringen, d. h. einen Versuch auszuführen, der sich zu dem Fig. 14 verhielt, wie Fig. 10 zu Fig. 12. Zu dem Ende wurde der Apparat Fig. 15 construirt; *a* und *b* sind zwei silberne Röhren, 4 Zoll lang und 0,3 Zoll im Durchmesser, verbunden durch zwei Platinkappen mit einer Platinröhre, die aus einem der Länge nach durchbohrten Platindraht von 0,125 Zoll Dicke gebildet ist, und im Lichten nur den Durchmesser einer starken Stecknadel hat; *a* ist am Ende verschlossen und *b* durch einen umgewickelten Streifen Blase mit der gebogenen Glasröhre *d* verbunden. Das Ganze wird mit zubereitetem Wasser gefüllt, und nachdem die Luft durch Hitze aus *a* getrieben worden, das Ende der Glasröhre in die Schale mit siedendem Wasser gesteckt. Nun wird mittelst einer Weingeistlampe erst *b* und dann *a* erwärmt, bis das Ganze kocht; sobald das Sieden eingetreten ist, läfst man die Flamme eines Knallgasgebläses auf den mittleren Theil der Platinröhre *c* spielen, und wenn dieser den höchsten Grad des Glühens, welcher dem Schmelzpunkt so nahe wie räthlich liegen mufs, erreicht hat, bildet sich Gas, welches, gemengt mit Dampf, bald den ganzen Apparat erfüllt und zum offenen Ende entweicht, entweder in die freie Luft oder in das Auffangeglas. Obwohl ich durch meine übrigen Versuche schon einigermafsen den Erfolg dieses Apparats voraussehen konnte, so befriedigte es mich doch sehr, als eine der aufsteigenden Blasen bei Annäherung eines brennenden Zündhölzchens eine scharfe Verpuffung gab. Ich sammelte und zerlegte etwas von diesem Gase; es war zu 0,7 Sauer- und Wasserstoff, der Rückstand (der Verpuffung) Stickgas, mit einer Spur von Sauerstoff.

Diejenigen, welche versuchten Wasser von Luft zu befreien, werden es nicht schwierig finden, den bei allen mei-

nen Versuchen sich einstellenden Rückstand von Stickgas, gemengt zuweilen mit etwas Sauerstoff, zu erklären. Deluc hielt es für unmöglich Wasser von Luft zu befreien, und Priestley, als er die Hartnäckigkeit beobachtete, mit welcher die Luft zurückgehalten wird, wurde zu dem Glauben veranlaßt, daß Wasser sich in Stickstoff (phlogisirte Luft) verwandeln könne. Ich habe mehre der Priestley'schen Versuche unter viel strengeren Umständen wiederholt, und bin nie im Stande gewesen, Wasser so von Luft zu befreien oder so auszukochen, daß nicht der Dampf eine kleine Blase von permanentem Gase zurückgelassen hätte; diese schien für den Dampf ein unerläßlicher Kern zu seyn.

Die Schwierigkeit, das Wasser zu sieden, steigert sich, wie Hr. Donny gezeigt hat ¹⁾, in dem Maasse als es luftfreier wird, und zuletzt stößt der Dampf so ungeheuer auf, daß gemeiniglich die Gefäße zerspringen. Mir scheint, es giebt einen Punkt, über welchen dieser Widerstand nicht hinausgeht; allein selbst bei diesem Punkt hinterläßt jeder Ausbruch von Dampf ein Luftbläschen, obwohl die Stöße so langsam auf einander folgen, daß der Gesamtbetrag an Luft sehr unbedeutend ist. Aus Wasser, welches zuvor durch die gewöhnlichen Methoden sorgfältig von Luft befreit worden, gewann ich drei Viertel seines Volums an permanentem Gas, welches Stickgas war; allein da das Wasser bei diesem Versuch unter einer hohen Oelsäule gekocht ward, so ist wahrscheinlich, daß wenn Sauerstoff zugegen war, er vom Oel absorbirt wurde. Ich habe jedoch immer gefunden, daß das Sauerstoffverhältniß mit fortgesetztem Sieden abnahm. Erwähnenswerth ist es wohl, daß, als ich vor einigen Monaten die Versuche von Henry und Donny über die Cohäsion des Wassers las, ich gegen Hrn. Gassiot und auch gegen Hrn. Bingham, meinen Gehülfen (dessen Ausdauer ich vielen Dank schuldig bin), bemerkte, ich wäre geneigt zu glauben, daß das Wasser, wenn man es absolut von Luft befreien könnte, durch

1) Annalen, Bd. 67, S. 562.

bloße Hitze zersetzt werden würde; ein Resultat, welches ich jetzt durch eine ganz andere Reihe von Inductionen erreicht habe. Es ist ein bemerkenswerther Umstand, daß, wie ich finde, der größere Theil der Luft bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur ausgetrieben wird, und wenn das Wasser mit dem Platin in Contact gekommen ist, während alle Zersetzung stattfindet, wenn das Platin von einer Dampfatmosphäre umgeben ist, falls man Dampf sagen kann, denn der Zustand dieser Atmosphäre bei der ersten Eintauchung des Platins ist sehr geheimnißvoll.

Ich glaube es nun sicher für bewiesen halten zu dürfen, daß intensiv glühendes Platin das Wasser zerlegt. Bei dieser neuen Erscheinung drängen sich mehr Betrachtungen auf.

Zunächst vor Allem muß ich denen, welche dem Nützlichkeitsprincip (*cui bono argument*) anhängen und die Physik nur ihrer practischen Anwendung wegen schätzen, sagen, daß diese Versuche hoffen lassen, in nicht ferner Zeit Knallgas zur Beleuchtung u. s. w. einfach dadurch zu bereiten, daß man siedendes Wasser durch stark erhitze Platinröhren leitet, oder mittelst anderer noch zu erdenkender Methoden. Auf diese Weise verwandeln wir gleichsam das Wasser durch Kochen in Gas, was theoretisch der einfachste Weg zur Hervorbringung einer chemischen Zersetzung zu seyn scheint.

Doch gehen wir zu wichtigeren Betrachtungen über: Der sphäroidale Zustand, welcher neuerlich die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich gezogen hat, scheint mit diesen Resultaten innig verknüpft zu seyn und durch sie an Interesse zu gewinnen. Der vorletzte Versuch, dessen ich erwähnte, zeigt, daß der sphäroidale Zustand zwischen dem des gewöhnlichen Siedens und dem des zersetzenden Siedens liegt; er ist daher wahrscheinlich ein Zustand polarer Spannung, beigeordnet in gewisser Hinsicht demjenigen, welcher in der Zelle einer Volta'schen Kette vor der Zersetzung stattfindet, oder wenn der angewandte Strom nicht von hinlänglicher Stärke ist, um eine wirkliche Zersetzung hervor-

zubringen, welcher gewöhnlich Polarisation der Elektroden genannt wird. Die Erscheinung zeigt uns auch eine neue Relation zwischen Wärme, Elektrizität und chemischer Verwandtschaft. Bisher konnten viele elektrische Erscheinungen durch Wärme und chemische Action hervorgebracht werden, mit dem Unterschied, daß in den von den beiden letzten Kräften erzeugten Effecten keine Polarität vorhanden war, sondern jede kleine Portion der unter Einwirkung stehenden Materie zu den Erscheinungen Anlaß gab, welche bei den elektrischen Effecten nur an den Polen zu beobachten sind. Wenn z. B. Wasser durch Eisen und Schwefelsäure zersetzt oder Dampf durch heiße eiserne Röhren geleitet wird, werden Resultate erhalten, die der Elektrolyse des Wassers durch eine eiserne Anode parallel gehen; allein in den ersten Fällen giebt jedes oxydirte Eisentheilchen sein Aequivalent Wasserstoff aus, während in dem letzteren das Aequivalent an der Kathode entwickelt wird, an einem von der Oxydation entfernten Punkt. Bisher ist die Elektrizität die einzige Kraft gewesen, durch welche eine Verbindung, und besonders das Wasser, in die Bestandtheile zerlegt werden konnte, ohne daß einer derselben durch eine Verwandtschaft absorbiert wurde. Die Zerlegung durch glühendes Platin schafft diese Ausnahme fort, und zeigt parallele Effecte durch bloße Hitze.

Obgleich es mit Ausnahme des Platins und einiger selteneren Metalle, wie Iridium, keine Substanz giebt, die bei einem Versuch zur Hervorbringung der von mir beschriebenen Effecte großen Erfolg verspräche, da die meisten Substanzen, welche eine hinreichende Hitze ertragen, spröde oder oxydirbar, oder von Wasser angreifbar sind, so lassen doch die nächsten Analogien in der Chemie ähnliche Wirkungen von allen stark glühenden Substanzen erwarten. Angenommen selbst, das Daseyn einer soliden Substanz sey nothwendig, so werden doch andere Substanzen die katalytischen Effecte des Platins in verschiedenem Grade theilen. Es ist daher wahrscheinlich, daß bei einem gewissen Hitzegrad das Wasser nicht als Wasser oder Dampf,

sondern als Gemenge seiner Bestandtheile existirt. Wenn es daher Planeten giebt, deren physische Beschaffenheit eine intensive Hitze zuläßt, so ist wahrscheinlich, daß ihre Atmosphäre und die sie zusammensetzenden Bestandtheile sich in einem von dem unsrigen ganz verschiedenen Zustand befinden, aufgelöst in das was wir Elemente nennen, was aber durch intensive Hitze in noch feinere Stoffe zerlegt worden seyn mag. Dasselbe mag von dem Inneren unseres Planeten gelten, obwohl dort der Druck entgegenwirkt.

Die Versuche dienen sehr den Ansichten Berthollet's zur Stütze, daß chemische und physische Anziehung verwandt sind oder durch dieselbe Art von Kraft erzeugt werden. Alle Ausdehnungen durch Wärme scheinen in einer mechanischen Trennung der Körpertheilchen zu bestehen; und wenn die Wärme bloß durch Steigerung ihrer Intensität chemische Zersetzungen hervorbringt, so scheint kein Grund vorhanden, weshalb wir ihr in diesem Falle eine von ihrer normalen verschiedene Wirkungsweise zuschreiben sollten. Nach dieser Ansicht muß die physische Zertheilung, unendlich weit getrieben, zuletzt eine Zersetzung bewirken, und die chemische Verwandtschaft nichts als eine andere Art von Molecular-Attraction seyn. So mag ein hoher Grad von Verdünnung, wie er an den Grenzen der Atmosphäre oder in den planetarischen Räumen stattfindet, den chemischen Zustand der Materie gänzlich verändern.

In einem in den *Phil. Transact. f.* 1843 veröffentlichten Aufsatz (p. 111) ¹⁾ habe ich gezeigt, daß wir einer chemischen Action durch eine physische entgegenwirken können (Elektrolyse durch ein Vacuum), daß wenn wir chemische Spannung durch physische in Antagonismus setzen, sie einander widerstreben. Ich glaube, die Umkehrung dieses Versuchs ist durch Hrn. Babinet gemacht, welcher durch physische Compression die Entfaltung chemischer Action verhindert hat.

Ich habe auch im *Philosoph. Magazine* für November

1) *Annalen Ergbd.*, Heft III, S. 405. (Nächstens erscheinend.)

1845 gewisse Erscheinungen beschrieben ¹⁾), die mir mit den herkömmlichen chemischen Ansichten unverträglich scheinen; und wiewohl ich damals glaubte, daß die Grotthufs'sche Theorie genöthigt wäre zu weichen, so bin ich nun geneigt zu glauben, daß einige unserer chemischen Doctrinen in Kurzem eine Revision erleiden müssen.

Es ist wohl überraschend, daß die werthvollen Anwendungen, deren die Erscheinungen des Volta'schen Glühens fähig sind, und das fruchtbare Feld, welches sie, wie ich glaube, zu physikalischen und chemischen Entdeckungen aufschließen, so vollständig vernachlässigt worden ist. Freilich ist die Volta'sche Batterie erst in neuerer Zeit so vervollkommen worden, daß genaue und anhaltende Versuche über diesen schwierigen Gegenstand ausführbar sind, aber viel mehr bleibt noch zu thun übrig. Davy machte verschiedene Versuche über die disruptive Volta'sche Entladung, welche in vielen Punkten einfach als sehr intensives Glühen betrachtet werden kann; allein ich kenne von ihm nur zwei Versuche über Volta'sches Glühen, einen, wo er einen ausgepumpten Recipienten anwendet, um zu untersuchen, wie weit sich die Wärmestrahlung im Vacuo erstreckt, und einen anderen, schon erwähnten, wo er einen glühenden Draht in Wasser taucht, und beobachtet, daß er im umgekehrten Verhältniß seiner Wärme leitet.

Ich habe über den Volta'schen Bogen oder die disruptive Entladung in verschiedenen Medien eine große Anzahl von Versuchen gemacht ²⁾). Wenn diese in einem Mittel hervorgebracht werden, welches nicht chemisch auf die Elektroden wirkt, sind die Erscheinungen die eines heftigen Glühens der letzteren, welche in Dampf zerstreut und auf das Innere der Gefäße, in denen die Entladung geschieht, abgelagert werden. Ich habe einige dieser Niederschläge

1) Richtiger gesagt: Betrachtungen über einige Erscheinungen der Gasbatterie angestellt. P.

2) *Phil. Magaz.*, Jan. 1840. — *Literary Gazette and Athenaeum*, Febr. 7, 1845.

untersucht; sie schienen aus dem Metall der Elektroden im fein zertheilten Zustande zu bestehen, wie sich das besonders beim Zinke zeigte. Läßt man den Bogen im ausgepumpten Recipienten zwischen Zinkspitzen entstehen, so setzt sich ein dunkles, fast schwarzes Pulver auf das Innere ab, welches sich als reines Zink erweist, denn an freier Luft erhitzt, fängt es Feuer und verbrennt zu weißem Oxyd; einer flüchtigen (*casual*) Beobachtung würde das Zink zwei Mal verbrannt erscheinen. Der Versuch scheint mir ein Argument zu Gunsten der dynamischen Wärmetheorie zu liefern.

Holzkohle andererseits giebt wenig oder keinen Niederschlag, liefert aber beständig Kohlenoxyd und Wasserstoff, und zwar Stunden lang, nachdem das Daseyn von Wasser unmöglich zu seyn scheint. Ich liefs acht bis neun Stunden hinter einander den Bogen zwischen gut ausgebrannter Holzkohle bestehen, und dennoch bildete sich stets Gas, dasselbe schien so lange entwickelt zu werden, als noch Kohle übrig war, so daß man hätte glauben mögen, diese würde in brennbares Gas verwandelt. Viel bleibt noch mit dem Volta'schen Bogen, diesem mächtigen Agens, zu thun übrig; wo es sich indess blofs darum handelt, Gase einer intensiven Hitze auszusetzen, ist ein zusammenhängender Draht in seiner Anwendung und seiner Wirkung einfacher, und statt einer mächtigen Batterie braucht man zu einer genügenden Wirkung nur sechs oder fünf, in einigen Fällen gar nur zwei Zellen.

Die Hitze (des Drahts. *P.*) ist nicht so intensiv als die des Bogens; allein da sie innerhalb weniger Grade bis zum Schmelzpunkt des Platins getrieben werden kann, so ist sie weit intensiver als irgend eine für gewöhnlich in den Laboratorien übliche, und sicherer als irgend eine, die auf kleine, ich möchte sagen, mikroskopische Portionen von Gas und Dampf angewandt werden kann.

London Institution, 1846, Aug. 21.

III. Nachträgliches über die Erscheinungen des Volta'schen Glühens und die Zersetzung des Wassers durch Hitze; von W. R. Grove.

(Mit Fortlassung der Einleitung, aus den *Phil. Transact.*, 1847, pt. I.)

Die folgenden Versuche wurden angestellt, um zu ermitteln, ob Platin die einzige Substanz sey, welche die (im vorhergehenden Aufsatz beschriebene) Erscheinung hervorbringe. Zu dem Ende schmolz ich aus natürlichem *Osmium-Iridium* durch die Volta'sche Batterie einen Knopf von der Grösse einer kleinen Erbse, an diesen einen kleineren Knopf von derselben Legirung, nur ein Viertel so groß wie der erstere, und an diesen endlich einen starken Platindraht. Der Zweck des zweiten Knopfs war sowohl die Schmelzung des Platindrahts zu verhüten, als die Möglichkeit auszuschließen, daß eine Platinfläche dem als Recipienten dienenden Rohre ausgesetzt sey, oder sich mit dem zu erhitzenen Metall legire. Die Anfertigung dieses Instruments war sehr mühsam; allein ausgeführt entsprach es seinem Zwecke gut. Der größere Knopf konnte bis zum intensiven Glühen erhitzt werden, während der kleinere, weil er nur durch einen dünnen Hals mit ihm verbunden war, bloß rothglühte, und der Platindraht nicht wahrnehmbar glühte. Ein Versuch mit diesem Metallknopf und zubereitetem Wasser, ähnlich angestellt wie der vorherige mit Platin, lieferte Gas, von welchem durchschnittlich 0,3 aus Sauer- und Wasserstoff bestand; der Rückstand war Stickstoff, gemengt mit kleinen veränderlichen Mengen überschüssigen Sauerstoffs. Die Wirkung war entschieden geringer als beim Platin. In der That, da das Platin die dichteste und unveränderlichste aller bekannten Substanzen ist, so wird es wahrscheinlich nach jeder herkömmlichen Wärmetheorie die stärksten Wirkungen geben.

Auf dieselbe Weise versuchte ich *Palladium*; das gelie-

ferte Gas war Wasserstoff, gemengt mit kleinen Quantitäten Sauerstoff, und das Wasser war getrübt durch Palladiumoxyd.

Ich versuchte nun *Kieselerde* und andere Oxyde; allein die Resultate waren nicht sehr befriedigend. Aus gepulverter Kieselerde wurde ein Sphäroid an einen Platindraht geschmolzen, so daß es diesen auf 0,4 Zoll Länge überzog. Als dieser Knopf in heißes Wasser getaucht und abermals vor dem Knallgasgebläse geschmolzen ward, bekleidete es sich mit Dampfbläschen; aber nach wenigen Versuchen barst er gemeinlich. Bei dem Versuch, der am längsten ohne Aufbersten fortgesetzt werden konnte, enthielt das gelieferte Gas 0,15 Sauer-Wasserstoff. Hieraus glaube ich, daß eine Wirkung des Wassers auf die Kieselerde stattfindet (wahrscheinlich Bildung eines durch Hitze zersetzbaren Hydrats), welche ein Hinderniß für genügende Resultate ist. Bei anderen Oxyden, wenigstens solchen, die eine intensive Hitze ertragen, würden die Schwierigkeiten noch unübersteiglicher seyn. Priestley hat gezeigt, daß Wasser das Glas zerfrisst, und, wenn ich nicht irre, haben Andere dieselbe Wirkung auf Kieselerde beobachtet.

Ogleich ich mit dem Titel dieses Aufsatzes keine andere als die oben angegebene Meinung verknüpfe ¹⁾, so bin ich doch in einem Paar theoretischen Folgerungen sicher weiter gegangen. Wenn ich z. B. die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit annehme, daß mechanische Verdünnung dieselbe Wirkung wie Wärme ausübe, so lasse ich sicher jede starre Substanz außer Betracht (obwohl ich das Daseyn von Wärme ohne Materie nicht begreife und begreifen kann). Um zu ermitteln, wie weit sich diese Ansicht bewähren würde, dachte ich einige Versuche zu machen

1) Der Verf. verwahrt sich nämlich in der Einleitung dagegen, als wolle er durch den Titel dieses Aufsatzes die von ihm beobachtete Wasserversetzung entschieden alleinig einer Wirkung der Wärme zuschreiben; er meint, es könne auch eine katalytische, also eine von der Natur der starren glühenden Körper abhängige eigenthümliche Wirkung dabei im Spiele seyn.

über die Wirkung einer mechanischen Verdünnung auf die Tendenz der Gase, sich mit einander zu verbinden; allein ich finde, dafs schon Grotthufs hierüber experimentirt hat, und seine Versuche, so weit sie gehen, die von mir ausgesprochenen Ansichten bestätigen.

Er findet ¹⁾, dafs Gasgemenge, wie Chlor und Wasserstoff oder Sauerstoff und Wasserstoff, wenn sie durch langsame Erwärmung oder mittelst der Luftpumpe verdünnt worden sind, sich nicht durch den elektrischen Funken entzünden. Aus dem Zusammenhang erhellt, dafs er offenbar meint, die Gase verpuffen nicht oder vereinigen sich nicht nach (bestimmten *P.*) Volumen, da er angiebt, dafs eine partielle Verbindung erfolge. Grotthufs scheint zu glauben, die Combination der Gase durch den elektrischen Funken sey der Erfolg einer plötzlichen Zusammendrückung oder Annäherung der Theilchen, wobei einige Theilchen, durch die plötzliche Trennung anderer, in den Bereich ihrer Verwandtschaften gebracht werden. Obgleich er den Gegenstand nicht weit genug verfolgte, um zu ermitteln, welcher Grad von Verdünnung der Combination einen Damm entgegensetze, so bestärken doch seine Versuche diejenigen Ansichten, welche mechanische und thermische Molecular-Repulsion für ähnlich halten (*assimilate*), und die chemische Verwandtschaft als geschwächt (*antagonized*) durch physische Repulsion betrachten.

Verfolgt man die Analogien von der Zersetzung des Eu-chlorins bei niederer Temperatur, durch die des Ammoniaks bei höherer, die der Metalloxyde bei noch höherer, bis zu der des Wasserstoffoxyds, so erhellt, dafs eine ausgedehnte Reihe von Thatsachen vorhanden ist, welche starke Hoffnung giebt, dafs sich zwischen thermischer Repulsion und chemischer Verwandtschaft ein allgemeiner Antagonismus nachweisen, und in Bezug auf physische und chemische Attraction ein Stetigkeitsgesetz feststellen läfst.

Den Niederschlag aus Chlor, dessen ich in meinem vorhergehenden Aufsatz erwähnte, habe ich seitdem untersucht;

1) *Annal. de chim., Vol. LXXXII.*

obwohl er in Farbe von dem in Lehrbüchern beschriebenen abweicht, finde ich doch, daß er Platinchlorür ist, gebildet auf Kosten des Platindrahts. Der gröfsere Theil des Chlors in der Röhre verbindet sich mit dem Wasserstoff des Wasserdampfs, und die Chlorwasserstoffsäure wird vom Wasser absorbirt. Am Ende des Versuchs ist das Gasvolum fast auf die Hälfte zurückgeführt, und der Rückstand ist Sauerstoff.

Dieses Resultat veranlafste mich einige Analoga vom Chlor, nämlich Brom und Chlorjod, in dem Apparat, Fig. 10, Taf. I, mit einem glühenden Draht zu prüfen. Die Röhre war mit Flüssigkeit gefüllt, und mit ihrem Ende, bei den ersten Versuchen, in eine andere enge, mit derselben Flüssigkeit gefüllten Flüssigkeit eingetaucht. Als der Platindraht glühte, gab sowohl das Brom als das Chlorjod ein permanentes Gas aus, welches sich zu meiner Ueberraschung als Sauerstoff erwies. Bei einem Versuch sammelte ich einen halben Kubikzoll Gas aus einem gleichen Volum Chlorjod. Da bei dem Versuche in dieser Form eine zu grofse Menge von Flüssigkeit erforderlich war, um eine etwaige Veränderung derselben zu beobachten, so wiederholte ich ihn mit einer fünf Fufs langen, zwei Mal gebogenen Röhre. Das Ende der Röhre, welches den Draht enthielt und zu unterst gestellt wurde, enthielt eine kleine Menge der Flüssigkeit, und die Buchten waren in kaltes Wasser getaucht. Durch diesen Versuch beabsichtigte ich den Dampf der Flüssigkeit zu verdichten und sie vor der Atmosphäre zu schützen, da es keine genügende Methode gab, sie einzuschliessen und dennoch dem entwickelten Gase freien Austritt zu gewähren, oder das letztere durch eine Verbindung fortzunehmen, ohne auch den ersteren zu absorbiren.

Ich hatte gehofft auf diese Weise die Versuche so weit zu treiben, daß aller entwickelte Sauerstoff ausgeschieden und der Rückstand untersucht werden könnte; allein nach kurzer Zeit fand ich, daß sowohl das Platin als das Glas in seiner Nähe von den Flüssigkeiten angegriffen wurde. Diese Schwierigkeit, ähnlich der, welche bisher die Isolation

tion des Fluors verhindert hat, bin ich bis jetzt nicht vermögend gewesen zu überwinden, doch hoffe ich die Versuche wieder aufzunehmen.

Da das Chlorjod vom Wasser zersetzt wird, so kann es keine beträchtliche Menge von letzterem enthalten; es muß demnach, bis weitere Versuche gemacht sind, dahin gestellt bleiben, ob der Sauerstoff aus einer in der Flüssigkeit enthaltenen Menge Wasser entspringe und dessen Wasserstoff sich mit der Flüssigkeit verbinde, oder ob eine ähnliche Zersetzung wie bei den Hyperoxyden stattfinde. Die Versuche vermehren sicherlich die schon bekannten Analogien, welche zwischen den Hyperoxyden und den Salzbildnern (*halogens*) existiren, um eine neue und auffallende; allein bis jetzt beweisen sie noch nicht eine Analogie in der Zusammensetzung.

Schließlich möchte ich noch die Aufmerksamkeit auf einen Punkt lenken, dessen ich in meinem ersten Aufsatz zu erwähnen unterlassen habe, nämlich dafs die darin enthaltenen Resultate eine Erklärung liefern von dem bisher so mysteriösen Phänomen der nicht-polaren Wasserzersetzung durch elektrische Entladungen in den Versuchen von Pearson und Wollaston. Diese Klasse von Zersetzungen lassen sich jetzt viel weiter führen. Mit Ausnahme der geschmolzenen Metalle kenne ich keine Flüssigkeit, welche nicht, wenn sie einer so intensiven Hitze wie der des elektrischen Funkens, des Volta'schen Bögens oder des glühenden Platins ausgesetzt wird, ein permanentes Gas gäbe. Phosphor, Schwefel, Säuren, Kohlenwasserstoffe, Salze, Brom, Chlorjod, alle liefern Gas. Schon als blofse Thatsachen, ohne alle theoretischen Betrachtungen, verdienen diese Erscheinungen meiner Ansicht nach die sorgfältigste Beachtung.

Die beschriebenen Apparate, besonders der Fig. 10, Taf. I, und die zahlreichen Anwendungen des Volta'schen Glühens, auf welche die ernstlich sich mit dem Gegenstand Beschäftigenden verfallen werden, versprechen, ich wage es zu glauben, neue Mittel und Wege zur Untersuchung der mo-

lecularen Constitution der Materie, so wie viele neue und wichtige Resultate.

1846, Nov. 10.

IV. *Ueber elektro-thermische Zersetzungen und ein Paar neue eudiometrische Methoden;*
von J. C. Poggendorff.

(Vorgetragen in der Klassensitzung der Acad. vom 12. April d. J.)

Vor einiger Zeit hatte ich Veranlassung mir ein Elektro-Thermometer zu verfertigen, bestehend, wie das von Lenz gebrauchte, aus einem mit Alkohol gefüllten Fläschchen, in welchem ein Quecksilberthermometer von einem hindurchgeleiteten Platindraht schraubenförmig umgeben war. Der Zufall wollte, daß ein Paar der etwas dicht liegenden Drahtwindungen einander berührten, und als ich nun einen galvanischen Strom durch sie hinleitete, entstand ein zischen- des Geräusch, dem ähnlich, welches man hört, wenn bei der Wasserzersetzung im Voltameter die Platten mit einander in Berührung kommen. Zugleich sah ich von den Berührungspunkten Bläschen aufsteigen, welche die Flüssigkeit frei durchstrichen, also kein Alkoholdampf seyn konnten, sondern sich als ein permanentes Gas verriethen. Dieser Umstand bewog mich die Erscheinung weiter zu verfolgen.

Zu dem Ende liefs ich eine kleine Flasche im Boden durchbohren und verschloß die Oeffnung mit einem Pfropfen, durch welchen zwei, beinahe 1,5 Millimeter dicke Platindrähte gesteckt waren, ein gerader und ein etwa einen halben Zoll von seinem Ende rechtwinklich umgebogener. Dann füllte ich die Flasche mit absolutem Alkohol, und verband die herausragenden Enden der Drähte mit einer Batterie von zwei meiner kleinen Grove'schen Ketten.

So lange die Drähte einen merklichen Abstand von einander hatten, kam natürlich gar kein Strom zu Stande.

Wenn ich aber den gebogenen Draht drehte, so daß sein horizontales Ende den aufrechten Draht zu berühren schien, entstand die eben erwähnte Erscheinung sogleich und viel ausgeprägter als vorhin. Nicht nur an der Berührungsstelle, sondern auch auf einer gewissen Strecke davon, dieß- und jenseits, entwickelte sich ein permanentes Gas, und zugleich zeigte sich an jener Stelle ein Lichtschein, der ganz das Ansehen eines continuirlichen elektrischen Funkens besaß.

Die Stärke des Phänomens hing von dem Grade der scheinbaren Berührung der Drähte ab. Berührten sie einander zu innig, so verschwand es gänzlich, wie im Fall wo sie einen merklichen Abstand von einander besaßen. Zwischen beiden Fällen gab es eine Stellung der Drähte, bei welcher die Lichterscheinung und die Gasentwicklung ein Maximum war.

Gleich dem Alkohol verhalten sich Aether, Terpenthinöl und Mandelöl. Alle diese Flüssigkeiten und wahrscheinlich noch viele andere von ähnlicher Zusammensetzung, schlechter Wärmeleitung und geringer Wärmecapacität zeigen auf solche Weise die artige Erscheinung einer mit Lichtschein verknüpften Zersetzung, nicht nur beim Strome der erwähnten Batterie, sondern gar, wiewohl in viel schwächerem Grade, bei Anwendung einer *einfachen Grove'schen Kette* ¹⁾. besonders wenn sie zuvor durch eine Weingeistflamme etwas erwärmt worden sind. Wasser dagegen und wässrige Flüssigkeiten scheinen einen intensiveren Strom zu verlangen; wenigstens war es mir mit der Batterie aus zwei Grove's nicht möglich mehr als ein starkes Zischen unter sehr schwacher Entwicklung feiner fast mikroskopischer Bläschen zu erreichen.

Nachdem ich diese Beobachtungen gemacht, wurde ich

1) Wenn ich in einer früheren Abhandlung angab (Ann. Bd. 70, S. 64), daß der Strom einer einfachen Kette nicht vermöge durch fette Oele zu gehen, selbst wenn die Elektroden einander in dem Oele berührten; so gilt dieß eben nur von Platten, also von einem, auf verhältnißmäßig große Flächen ausgebreiteten, und noch anderweitig durch eingeschaltete Widerstände geschwächten Strom.

gewahr, daß Humphry Davy bereits i. J. 1802 ganz ähnliche Erscheinungen unter Händen hatte. Er beobachtete sie mit Hülfe einer Batterie aus 20 Paaren viereckiger Zink- und Kupferplatten von 13 Zoll Seite. Er schloß die Batterie durch Kohlenspitzen unter Wasser, concentrirter Schwefelsäure, concentrirter Salpetersäure, Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oelen, und sah in allen diesen Fällen unter Erscheinen lebhafter Funken, wie er sagt, eine mehr oder weniger starke Gasentwicklung eintreten.

Es sind nur wenige Seiten, auf welchen Davy Nachricht von dieser Erscheinung giebt ¹⁾, und später ist er nicht auf sie zurückgekommen; auch kann ich nicht finden, daß seitdem irgend ein Anderer sich in dieser Weise mit ihr befaßt habe. Davy's Beobachtungen werden, namentlich von Fechner in seinem als Repertorium des Früheren noch jetzt so schätzbaren *Lehrbuche des Galvanismus* (S. 308) nur als Beleg angeführt, daß sich galvanische Funken selbst unter Flüssigkeiten hervorbringen lassen; sonst wird nichts hinsichtlich ihrer bemerkt.

Auch ich war anfänglich der Meinung, daß man es bei dem in Rede stehenden Versuch mit Funken zu thun habe, da solche, wenigstens beim Unterbrechen einer metallischen Stromleitung unter Flüssigkeiten, z. B. beim Ausheben des Schließdrahtes aus Quecksilber, ganz unzweifelhaft zum Vorschein kommen. Bei näherer Erwägung däuchte es mir aber sehr unwahrscheinlich, daß der Strom einer so kleinen Batterie, wie ich gebraucht hatte, ja sogar der einer einfachen Kette, Spannung genug gehabt haben sollte, um unausgesetzt ein Ueberspringen von Funken zu veranlassen. Es würde dieß in isolirenden Flüssigkeiten eine Schlagweite voraussetzen, die außerordentlich viel größer wäre als die in der Luft.

Um mich darüber aufzuklären, untersuchte ich zuvörderst, ob an der Stelle, wo das Lichtphänomen erschien, irgend ein merklicher Abstand zwischen den Drähten vorhanden wäre; allein ich konnte selbst mit der Lupe nichts von ei-

1) Siehe Gilbert's Annalen (1803), Bd. 12, S. 353.

nem solchen entdecken. Die Drähte schienen einander durchaus zu berühren.

Indefs war diese Beobachtung immer doch etwas zweifelhaft, als dafs sie nicht einer Bestätigung bedurft hätte. Ich schlug daher einen andern Weg ein. Wenn bei dem erwähnten Versuche isolirte Funken, auch in noch so rascher Folge, überspringen, würde der Strom nicht mehr ein stetiger, sondern ein unterbrochener seyn, und er müfste dann, nach wohl bekannter Erfahrung, in einem neben ihm befindlichen Draht, einen Inductionsstrom hervorrufen. Käme dieser letztere Strom nicht zu Stande, so würde folgen, entweder dafs der Lichtschein aus einem blofsen Glühen der aneinander liegenden Drahttheile hervorginge, oder dafs er aus einem continuirlichen Lichtbogen bestände.

So argumentirend schaltete ich demnach eine Inductionsrolle in die vorhin gebrauchte Batterie ein, und wiederholte den Versuch. Die Rolle enthält ein etwa 9 Lin. dickes und 4 Zoll langes Eisendraht-Bündel, umgeben in zwei Lagen von $\frac{1}{2}$ Pfund eines 0",75 dicken Kupferdrahts, auf welchen ungefähr 750 Fufs eines Kupferdrahts von 0",125 Durchmesser aufgewickelt sind. Die Vorrichtung ist so kräftig, dafs sie schon ohne Eisenkern und blofs mittelst einer einfachen Grove'schen Kette sehr fühlbare Schläge beim Unterbrechen des Stroms ertheilt, um so mehr durfte ich erwarten, dafs sie mit Hülfe des Eisenkerns und einer Batterie von zwei Grove's ihre Dienste thun werde. Als ich indefs, nach Einschaltung derselben in die Batterie, den erwähnten Versuch mit Alkohol wiederholte, konnte ich, ungeachtet Licht- und Gasentwicklung im besten Gange waren, nicht die geringsten Schläge von ihr in den Händen verspüren; selbst als die Zunge zwischen die Enden des Inductionsdrahtes geschoben wurde, blieben alle Commotionen aus.

Hienach scheint denn also wirklich der Strom unter den obwaltenden Umständen ein stetiger zu seyn, und das Lichtphänomen nicht durch isolirt überspringende Funken, sondern entweder durch glühende Drahttheile oder durch ei-

nen zusammenhängenden Lichtbogen erzeugt zu werden. In Betracht indeß, daß das Licht schon mit der *einfachen* Kette zum Vorschein kommt, bei welcher man schwerlich das Daseyn eines continuirlichen Bogens von leuchtendem Gase oder Dampfe einräumen kann, hat meiner Meinung nach die erstere Ansicht, also die von einem Glühen der festen an einander liegenden Drahttheile, die größere Wahrscheinlichkeit.

Ob diese Ansicht sich auch auf die Davy'schen Versuche übertragen lasse, will ich dahin gestellt seyn lassen. Batterien aus sehr vielen Elementen, wie z. B. die von Gassiot aus 3520 Plattenpaaren, sollen schon ungeschlossen, bloß wenn die Pole einander hinreichend genähert sind, eine ununterbrochene Reihe von Funken überschlagen lassen ¹⁾. Bei Batterien von geringerer Plattenzahl ist dieß nicht mehr der Fall, und selbst wenn sie Spannung genug besitzen, um den Lichtbogen zu erzeugen, geben sie diesen doch nur, wie noch neuerlich durch van Breda bestätigt worden ist ²⁾, nachdem man die Pole auf kurze Zeit mit einander in Berührung gesetzt, oder eine elektrische Entladung zwischen ihnen übergeleitet hat. Wie Davy eigentlich verfuhr, ist nicht angegeben. Eine sehr hohe Spannung konnte seine Batterie nicht besitzen, wohl aber mußte der Strom derselben, wegen Größe der Platten, von bedeutender Stärke seyn. Wenn er also nicht gerade Oeffnungsfunken beobachtet hat, ist es viel wahrscheinlicher, daß die Kohlenspitzen, welche die Pole der Batterie bildeten, einander berührten, also solide glühten, oder einander berührt hatten und einen Lichtbogen lieferten, als daß sie in Distanz fortwährend isolirte Funken überspringen ließen.

Wie dem auch seyn mochte; mir war es nach dem erwähnten Inductionsversuch nicht länger zweifelhaft, daß man mit einem ununterbrochenen, durch den Strom zum

1) *Annalen*, Bd. 65, S. 476.

2) *Ebend.*, Bd. 70, S. 326.

Glühen gebrachten Draht ganz dieselben Erscheinungen erhalten werde, wie mit zwei an einander gelegten Drähten. Und dieß bestätigte sich denn auch in vollem Maasse. Denn als ich einen dünnen Platindraht innerhalb einer der genannten Flüssigkeiten in's Glühen versetzte, wurde dieselbe mit solcher Leichtigkeit zersetzt, daß es möglich wäre, jede zu wissenschaftlichen Untersuchungen erforderliche Menge Gas aus ihr darzustellen.

Zum Gelingen des Versuchs ist nur erforderlich, daß der durch die Flüssigkeit geleitete Draht, was seine Dimensionen betrifft, im richtigen Verhältniß zur Stromstärke stehe, damit er nicht entweder abschmelze, oder außer Glühen bleibe, in welchem letzteren Falle zwar auch noch eine Gasentwicklung eintreten kann, aber doch immer nur eine schwache ¹⁾). Ich habe es zweckmäfsig gefunden, statt eines Platindrahts, mehre sehr dünne zu nehmen, und deren so viele neben einander zu legen, als gerade erforderlich und hinreichend sind. Ich stecke dieselben mit ihren Enden in die Löcher zweier dicker Kupferdrähte, in welchen sie mittelst Schraubenmütter festgehalten werden.

Die Zersetzungen, die man hiedurch erhält, sind offenbar bloße Wirkungen der Wärme, und wesentlich nicht verschieden von denen, die durch dieses Agens auch auf gewöhnliche Weise bewerkstelligt werden können. Wenn ich sie dennoch *elektro-thermische* zu nennen vorschlage, so geschieht es nur, um kurz ihren Ursprung, so wie ihre Verschiedenheit von den *elektrolytischen* zu bezeichnen ²⁾). Sie fallen ohne Zweifel ganz in eine Klasse mit der merkwürdigen Wasserzersetzung, die neuerlich von Hrn. Grove entdeckt

1) Davy leitete auch ein Stück des Schließdrahts durch Alkohol, Aether und Oele, konnte es aber aus angegebenem Grunde nur bis zum Sieden der Flüssigkeit bringen.

2) Die zu Anfange dieses Aufsatzes erwähnte Erscheinung, daß der galvanische Strom einen spiralförmig durch Alkohol geleiteten Draht ruhig durchließ, und nur dann erst zersetzend auf die Flüssigkeit einwirkte, als die Drahtwindungen einander irgend wo berührten, hat nichts Paradoxes und widerspricht dem Obigen nicht. Der Draht war nämlich zu lang

worden ist ¹⁾). Da dieser talentvolle Physiker aber selbst in seiner ausführlichen Abhandlung über den Gegenstand, die ich erst vor wenigen Tagen erhalten habe, nicht speciell von den Erscheinungen bei kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten spricht, so scheint es mir nicht überflüssig, auf sie wiederum aufmerksam gemacht zu haben, nicht sowohl weil sie dem Auge ein ganz gefälliges Schauspiel darbieten, als vielmehr, weil sich wahrscheinlich noch nützliche Anwendungen von ihnen werden machen lassen.

In einer Beziehung scheint mir der Proceß schon jetzt nicht ohne Belehrung zu seyn. Allgemein wird nämlich angenommen, daß wenn einmal zwischen einem Gefäß und der darin enthaltenen Flüssigkeit Berührung stattfindet, diese letztere nicht über ihren Siedpunkt hinaus erhitzt werden könne, weil die Verdampfung jeden hinzugefügten Wärmeüberschuß sogleich ableite. Bei obigem Proceß verhält es sich anders. Man kann mit einem mäßig erhitzten Draht beginnen; dann siedet die Flüssigkeit bloß an ihm. Verstärkt man nun den Strom, so wird dem Draht mehr Wärme zugeführt, als ihm die Flüssigkeit mit sammt ihren Dampf entziehen kann. Der Draht kommt also in's Glühen, und in demselben Augenblick löst sich die Flüssigkeit unter einem platzenden Geräusche von ihm ab, so daß er bloß von einer Dampfatmosphäre umgeben ist. Da hieran die Elektrizität als solche offenbar keinen Antheil hat, so scheint mir gar nicht zweifelhaft zu seyn, daß man das Leidenfrost'sche Phänomen auch mit gewöhnlichen Mitteln in einer bereits siedenden Flüssigkeit würde hervorbringen können, wenn man dabei im Stande wäre, dem Boden des Ge-

und zu dick, um durch den Strom hinreichend erhitzt zu werden; an der Stelle aber, wo zwei Windungen einander berührten, war dem Strom, wegen Kleinheit der Berührungsfläche, gleichsam ein kurzer dünner Draht dargeboten, und hier konnte demnach, gemäß dem bekannten Gesetz, daß die Wärmewirkung des Stroms proportional ist dem Product aus dem Quadrat der Intensität in den Widerstand, die Temperatur des Metalls sich hinlänglich steigern, um eine Zersetzung der Flüssigkeit zu bewirken.

1) Siehe die beiden vorhergehenden Aufsätze.

fäßes mehr Wärme zuzuführen als ihm durch die Verdampfung entzogen wird.

Neue eudiometrische Methoden.

Die Leichtigkeit, mit welcher kohlenwasserstoffhaltige Flüssigkeiten der elektro-thermischen Zersetzung unterliegen, könnte wohl zu der Untersuchung auffordern, in wiefern die dabei entstehenden Producte denen gleich seyen, welche man mittelst elektrischer Funken oder der bloßen Glühhitze bekommt. Was mich betrifft, so glaubte ich indess davon abstehen zu müssen, um so mehr als es gewiß große Schwierigkeiten hat, ein gegebenes Quantum der Flüssigkeit durch dieses Verfahren bis auf das letzte Tröpfchen zu zersetzen, was doch andererseits zu einem numerischen Vergleiche nothwendig erscheint. Ich habe mich nur mit dem Gase aus dem Alkohol etwas näher beschäftigt, bei dessen Bildung übrigens Kohle abgeschieden wird, wie man dieß deutlich an den Berührungspunkten zweier an einander gelegten Drähte, und an der Schwärzung eines ununterbrochenen Drahtes sieht.

Davy giebt an, dieß Gas bestehe aus 2 Vol. Sauerstoff und 11 Vol. eines brennbaren Gases, das zum Theil leichter Kohlenwasserstoff zu seyn scheine. Ich habe in dem Gase, wenigstens wenn der Alkohol ein sehr entwässertes war und zuvor ausgekocht worden, keinen freien Sauerstoff finden können, so wenig wie Kohlensäure, denn es wurde weder durch Phosphor oder Salpetergas, noch durch Aetzkali in seinem Volumé verringert.

Um näher die Natur desselben kennen zu lernen verpuffte ich es, nach Zusatz der nöthigen Sauerstoffmenge, durch den elektrischen Funken im Eudiometer, unter Anwendung von concentrirter Kochsalzlösung als Sperrflüssigkeit, um, vor der Einbringung von Aetzkali, die Absorption der gebildeten Kohlensäure wenigstens zu verringern. Der best gelungene von mehreren Versuchen ergab auf 10 C. C. Gas, an verzehrtem Sauerstoff 15 C. C. und an erzeugter Kohlensäure 4 C. C.

Dieses, so wie die übrigen Resultate, die zwar keinen Anspruch auf große Genauigkeit machen dürfen, da sie, wegen Gefährlichkeit der Operation, immer nur an sehr kleinen Gasmengen erhalten werden konnten, passten doch zu wenig mit der Zusammensetzung der beiden hier zu vermuthenden Kohlenwasserstoffe (des Sumpf- und des ölbildenden Gases), als daß nicht das Vorhandenseyn eines Gasgemenges wahrscheinlich geworden wäre. In solchem Falle aber kann, wie ich schon vor mehreren Jahren näher auseinandergesetzt habe ¹⁾, aus dem Resultate einer eudiometrischen Verpuffung (selbst wenn man zu dem verzehrten Sauerstoff und der erzeugten Kohlensäure, auch noch das gebildete Wasser bestimmt hätte) nichts gefolgert werden, so lange man nicht schon anderweitig weiß, mit was für Gasen man es zu thun habe.

Aus dem Alkohol können möglicherweise entstehen: ölbildendes Gas, leichtes Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas), Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, ja selbst Kohlensäure. Die vier ersteren Gase zu trennen, oder auch nur mit Sicherheit in dem Gemenge zu erkennen, ist der Chemie bisher entweder gar nicht oder nur sehr unvollkommen möglich gewesen. Allenfalls kann das ölbildende Gas durch Chlor abgeschieden werden; für die drei übrigen Gase, namentlich wenn noch Stickgas vorhanden ist, sind die Procedures umständlich und sehr mißlich.

Ich glaube einen kleinen Beitrag zur Lösung der Aufgabe zu liefern, wenn ich eine Methode angebe, mittelst welcher, wenigstens bei Abwesenheit von Kohlenoxyd, der Wasserstoff in einem solchen Gemenge aufgefunden und mit Leichtigkeit quantitativ bestimmt werden kann.

Das Mittel hiezu liefert das zarte schwarze Platinpulver, welches man elektrolytisch aus einer verdünnten Platinlösung auf eine Platinplatte niederschlagen kann. Wenn man von zwei mit solchen Platten versehenen Glasröhren nach Art der Grove'schen Gaskette die eine mit Sauerstoff und die andere mit dem genannten Gasgemenge füllt, darauf die

1) Annalen, Bd. 46, S. 622.

Platten metallisch mit einander verknüpft und die Vorrichtung 36 bis 48 Stunden stehen läßt, so zeigt das Gemenge eine Volumsverminderung, die, bei Abwesenheit von Kohlenoxyd, alleinig vom absorbirten Wasserstoff herrührt; denn die Kohlenwasserstoffe werden nicht angegriffen.

Kohlenoxyd, wenn es zugegen wäre, würde bei diesem Proceß freilich ebenfalls, obwohl viel langsamer als der Wasserstoff afficirt; allein da es ein ihm gleiches Volum an Kohlenensäure bildet, so wird es nur dann die Bestimmung des Wasserstoffs beeinträchtigen, wann die Absorption der Kohlenensäure nicht verhindert ist. Die Wahl einer schicklichen Sperrflüssigkeit würde diese Absorption, wenn auch nicht ganz verhüten, doch vielleicht auf ein Minimum herabsetzen.

Indeß ist dieß Verfahren noch etwas umständlich; denn man bedarf des Sauerstoffgases und zweier getheilten Glasröhren, welche noch dazu, wenn sie bequem mit den Gasen zu füllen seyn sollen, die Platinplatten oben durchlassen müssen, damit man sie in Verbindung setzen könne. Es erlaubt jedoch eine Vereinfachung, die auch in theoretischer Hinsicht von Interesse ist.

Schon vor einigen Jahren habe ich mich durch Messungen der elektromotorischen Kraft der Gasbatterie überzeugt, wovon ich die Detail noch künftig mitzutheilen gedenke, daß das, was hier von Grove und Andern eine *einfache* Kette genannt wird, es in der That nicht ist, daß vielmehr jede der beiden Röhren, aus welchen ein Element dieser Batterie besteht, schon für sich eine geschlossene einfache Kette darstellt, indem nämlich der in das Gas hineinragende Theil der Platte, je nachdem es Wasserstoff- oder Sauerstoffgas ist, sich gegen den in der Flüssigkeit stehenden Theil positiv oder negativ verhält ¹⁾.

Diesem gemäß wird also, wenn eine platinirte Platinplatte oben von Wasserstoff und unten von Schwefelsäure umgeben ist, sich durch galvanische Wasserzersetzung an dem oberen Theil Sauerstoff und an dem unteren Theil Wasserstoff ausscheiden, und die Platten in dünner unsicht-

1) Vergl. Annalen, Bd. 65, S. 474.

barer Schicht bekleiden. Vermöge der bekannten katalytischen Wirkung des fein zertheilten Platins wird nun oben der Sauerstoff sogleich mit dem gasförmigen Wasserstoff zu Wasser vereinigt. Unten, in der Flüssigkeit, findet keine entsprechende Fortnahme des ausgeschiedenen Wasserstoffs statt, und es wird also bald ein Stillstand des Stromes eintreten, wenn nicht die Flüssigkeit von der Art ist, daß sie den erforderlichen Sauerstoff hergeben kann, oder vielmehr, nach der gewiß richtigeren Ansicht von Daniell, daß sie statt des Wassers oder eher als dasselbe zersetzt wird. Schwefelsäure erfüllt diese Bedingung nicht; es muß statt ihrer eine leicht reducirbare Flüssigkeit genommen werden. Als sehr zweckmäßig habe ich Chromsäure gefunden, oder vielmehr das Gemisch von 3 Th. saurem chromsauren Kali, 4 Th. concentrirter Schwefelsäure und 18 Th. Wasser, ein Gemisch, welches vor einigen Jahren von Warrington statt der Salpetersäure zur Construction von Volta'schen Batterien vorgeschlagen worden ist ¹⁾).

Diese Flüssigkeit wirkt direct auf Wasserstoffgas nicht ein, wenigstens bei Ausschluss von ungeschwächtem Sonnenlicht. Sperrt sie aber das Gas in einer Röhre, in welche man bis oben hinauf eine platinirte Platinplatte eingeschoben hat, so wird, dem eben auseinandergesetzten Processe gemäß, innerhalb einiger Stunden Alles vollständig absorbiert. Hat man die Platte nicht bis zur Wölbung der Röhre hinaufgeschoben, so geht die Absorption auch nur genau so weit als die Platte reicht.

Daß ölbildendes Gas, auf ähnliche Weise behandelt, keine Absorption erleidet, läßt sich wohl aus Grove's Angabe über dessen Unwirksamkeit in der gewöhnlichen Gaskette mit Gewißheit annehmen.

Vom leichten Kohlenwasserstoff (vom Sumpfgase) kann ich dasselbe aus eigener Erfahrung bestätigen. 38 C. C. dieses Gases, nach Dumas's Vorschrift aus essigsaurem Natron und ätzendem Baryt bereitet, verloren durch 30stündige Behandlung mit Platin und Chromsäure, nicht mehr

1) Annalen, Bd. 57, S. 101.

als ein Kubikcentimeter, das sehr wahrscheinlich kein Sumpfgas gewesen war. Als ich darauf 8 C. C. Wasserstoffgas hinzufügte, trat sogleich eine merkbare Absorption ein, die, nach etwa 24 Stunden, das Volum genau wieder auf 37 C. C. zurückgeführt hatte.

Kohlenoxyd wird unter ähnlichen Umständen in Kohlensäure verwandelt; kann aber natürlich nur dann eine Volumsverringerung zeigen, wenn der Absorption dieser letzteren nicht vorgebeugt ist. Die Umwandlung in Kohlensäure geschieht auch langsam. 50,5 C. C. Kohlenoxyd, aus ameisensaurem Natron und concentrirter Schwefelsäure dargestellt, 24 Stunden lang mit Platin und Chromflüssigkeit behandelt, reducirten sich auf 45 C. C., und zwar weil die Flüssigkeit noch Kohlensäure absorbirte, wovon ich mich auch durch einen directen Versuch überzeugte. Diese Absorption zu verhindern, ist mir leider bis jetzt nicht möglich gewesen; aber verringern kann man sie, wenn man die Chromsäure vorher mit Kohlensäure sättigt.

Aus diesem Allen geht hervor, daß der Wasserstoff, welcher Kohlenwasserstoffen beigemengt ist, bestimmt werden kann, bei Abwesenheit des Kohlenoxyds, vollständig, bei Gegenwart desselben angenähert, und zwar desto besser, je vollständiger es gelingt, die Absorption der Kohlensäure zu verhüten. Wasserstoff und Kohlenoxyd können durch den obigen galvanischen Proceß nicht von einander getrennt werden, wohl aber lassen sich beide zusammen dadurch vom Kohlenwasserstoffe scheiden, obwohl dazu ein Zeitraum von mehren Tagen erforderlich seyn wird.

Ich habe versucht, von diesen Erfahrungen eine Anwendung zu machen auf das durch galvanische Hitze aus dem Alkohol abgeschiedene Gas. 45 C. C. desselben, mit Chromsäure und Platin behandelt, kamen innerhalb drei Tagen auf 18 C. C. zurück, also 100 auf 40. Angenommen, es sey in dem Gase kein Kohlenoxyd vorhanden, würde es also 60 Proc. Wasserstoff enthalten. Fünf Kubikcentm. des Rückstands in ein Eudiometer gebracht, und daselbst mit 20 C. C. Sauerstoff verpufft, verzehrten von demselben 13,5,

also nahe das Dreifache ihres Volums. Hienach scheint der Rückstand im Wesentlichen ölbildendes Gas zu seyn, und also das Alkoholgas zu bestehen aus 40 Volumenprocente ölbildendes Gas und 60 Wasserstoffgas. Eine solche Zusammensetzung stimmt auch mit dem vorhin angeführten Resultat der Verpuffung des unzerlegten Alkoholgases, wonach dasselbe das Anderthalbfache seines Volums an Sauerstoff verbraucht, um in Kohlensäure und Wasser verwandelt zu werden.

Ich gebe übrigens diese rohe Bestimmung nur als Beispiel des Gebrauchs der Methode, hoffend sie in Zukunft noch so zu vervollkommenen, daß sie anderer Anwendungen fähig sey, z. B. zur Analyse des Leuchtgases aus Steinkohlen angewandt werden könne ¹⁾.

Schließlich will ich mir noch erlauben einen galvanischen Proceß anzugeben, der gleichsam der umgekehrte von dem vorigen ist, indem er gestattet, Sauerstoff von anderen Gasen zu entfernen, und somit z. B. die atmosphärische Luft zu analysiren.

Schon Grove hat die Gaskette als Eudiometer anzuwenden versucht, und sie zu diesem Behufe ganz brauchbar gefunden ²⁾. Sein Verfahren besteht darin, daß er die eine Röhre dieser Kette statt des Sauerstoffs mit atmosphärischer Luft füllt, während die andere Wasserstoff enthält. Die Absorption, die nach etwa zwei Tagen sicher beendet ist, giebt den Sauerstoffgehalt, der bei seinem Versuche genau 21 Proc. betrug.

Einfacher ist folgendes Verfahren. Man nimmt einen platinirten Platinstreif, bindet daran, mittelst eines Platin- oder Kupferdrahts, einen Kupferstreifen, und schiebt ihn in eine getheilte Glasröhre, die man nun über verdünnter

1) Ich habe mit dem Steinkohlengase der beiden hiesigen Beleuchtungsanstalten ein Paar vorläufige Versuche gemacht, und in dem einen etwas über 50, in dem andern etwas unter 50 Procent Gas gefunden, welches durch Chromsäure und Platin absorbirt wird, also kein ölbildendes Gas ist.

2) S. Ann. Ergänzb. II, Heft III, S. 393

Schwefelsäure mit einer abgemessenen Menge von atmosphärischer Luft versieht. Das Kupfer muß in der Säure stehen, und das Platin hinreichend weit in die Luft hineinreichen.

Man hat hiedurch eine schwache galvanische Kette, welche nicht im Stande ist, das Wasser sichtbar zu zersetzen, welche aber das Platin, so weit es benetzt ist, mit einer dünnen unsichtbaren Schicht von Wasserstoff bekleidet. Durch die katalytische Wirkung des Platins wird diese Wasserschicht mit dem Sauerstoff der Luft verbunden, und, da sie sich nach ihrer Fortnahme sogleich wieder erneuert, wird die Luft zuletzt ihres Sauerstoffs gänzlich beraubt.

Bei einem Versuche, bei welchen ich 40 C. C. Luft etwa 30 Stunden mit erwähneter Kupfer-Platin-Kette stehen gelassen hatte, wurden 8,4 C. C. Sauerstoff absorbiert, also genau 21 Procent.

Dieses Verfahren steht, was Genauigkeit betrifft, gewiss keiner der bisher angewandten eudiometrischen Methoden nach, übertrifft sie aber alle an Einfachheit, Bequemlichkeit und Sauberkeit.

V. *Physikalische Notizen; von G. Karsten.*

1) Elektrisches Leitungsvermögen einiger Schwefelmetalle.

Diejenigen Körper, die aus einem isolirenden und einem leitenden Bestandtheile zusammengesetzt sind, verhalten sich bekanntlich in Bezug auf ihr elektrisches Leitungsvermögen sehr verschieden. Schon J. Pelletier ¹⁾ bemerkt, daß man keine von der Schwefelungsstufe eines Metalles entnommene allgemeine Regel für dessen Leitungsvermögen aufstellen könne.

1) J. Pelletier, Ueber das elektrische Leitungsvermögen der Mineralien. Gilb. Annal., Bd. 46, S. 198.

Die von Pelletier gemachten Angaben wurden im Allgemeinen von J. Fr. L. Hausmann und F. C. Henrici ¹⁾ für die natürlich vorkommenden Substanzen bestätigt, obgleich sich im Einzelnen abweichende Bestimmungen finden.

Die Anwesenheit des Hrn. Munck af Rosenschöld war Veranlassung, daß hier Versuche mit Schwefel-Antimon-Stangen angestellt wurden, und in Folge dessen untersuchte ich noch einige andere, auf künstlichem Wege dargestellte Schwefelmetalle in Beziehung auf ihr elektrisches Leitungsvermögen.

Es stellte sich hierbei heraus, daß es unter den Schwefelmetallen einige giebt, die ohne die geringste nachweisbare Veränderung in ihrer chemischen Zusammensetzung, je nach der Bereitungsart, bald Isolatoren, bald Leiter für die Elektrizität sind; und hieraus erklären sich sodann die Abweichungen in den Angaben der verschiedenen Physiker.

Die Substanzen wurden entweder in den festen regellosen Stücken, wie man sie bei der Bereitung auf trockenem Wege erhält, oder in Stangen gegossen, oder in Pulverform untersucht, wobei durch Erwärmung die adhärirende Feuchtigkeit möglichst entfernt wurde.

Zur Untersuchung der pulverförmigen Substanzen wendete ich Glasröhren an, in welche die völlig getrockneten Pulver geschüttet wurden. Das eine Ende der Glasröhre ist mit einer Metallplatte verschlossen, während in das andere durch einen Kork eine Stahlnadel in das Pulver bis zu beliebiger Tiefe eingesenkt werden kann. Aufsen an den Röhren ist eine Vorrichtung angebracht, um zu sehen durch welche Dicke der Schicht die Elektrizität hindurchgehen soll.

Leiter heißen nun die Körper, welche ein gewöhnliches Elektroskop bei der Berührung augenblicklich entladen;

Halb-

¹⁾ J. Fr. L. Hausmann und F. C. Henrici, Versuche über das elektrische Leitungsvermögen der Mineralkörper. Mitgeteilt in der neunten Versammlung des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde am 13. September 1834.

Halbleiter bedürfen hierzu einiger Zeit; *Isolatoren* lassen die Divergenz der Goldblättchen ungeändert.

Schwefel-Antimon, *antimonium crudum*, pulverförmig, ist ein *Leiter*. Durch Schmelzung kann es aber auch zum *Halbleiter* und zum *Isolator* werden. Diese Beobachtung rührt von Hrn. Riefs her, der durch Versuche darauf geführt wurde, welche bezweckten, Stangen von Schwefel-Antimon herzustellen, an denen das von Munck af Rosenschöld beschriebene Phänomen ¹⁾ der Ladung zu zeigen wäre. Da es sich als wahrscheinlich herausstellte, daß die Schnelligkeit oder Langsamkeit der Abkühlung diese Veränderung in dem Leitungsvermögen des Schwefel-Antimons bedinge, so versuchte ich durch Anwendung der verschiedenartigsten Formen beim Gießen den Abkühlungsproceß zu regeln. Wendet man Formen an, in denen die Abkühlung sehr schnell vor sich geht, wie sehr dicke eiserne, oder in kalten feuchten Sand gemachte, so zeigen die Schwefel-Antimonstangen eine glasartige Hülle, welche *isolirend* ist, der Kern mit krystallinischer Structur ist dann noch oft ein vollkommener *Leiter*. Sind dagegen die Formen von solcher Beschaffenheit, daß die Abkühlung langsam vor sich geht, z. B. von gebranntem Lehme, von trockenem Formsand, von Glas u. s. f., so sind die Schwefel-Antimonstangen vollkommen krystallinisch und *leitend*.

Weder jene *isolirenden* noch diese *leitenden* Stangen zeigen das Phänomen der Ladung, sondern eine *halbleitende* Zwischenstufe, wie aus einem von Hrn. Munck af Rosenschöld an Hrn. Riefs gegebenem Exemplare hervorgeht.

Es ist mir zwar auch gelungen solche Stücke zu erhalten; sie zeigen aber die Ladungserscheinung nur sehr schwach und nur mit Hülfe des Condensators oder des Behrend'schen Elektroskops, wogegen das von Hrn. Munck af Rosenschöld bereitete Stück jenes Phänomen sehr deutlich am gewöhnlichen Elektroskope sehen läßt.

Das auf nassem Wege dargestellte Schwefel-Antimon,

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 43, S. 217.

Die verschiedenen Zustände am Schwefel-Antimon und Realgar sind um so interessanter, als an den beiden schon früher bekannten Beispielen von Leitung und Isolirung derselben Substanz, nämlich beim Schwefelquecksilber und der Kohle, der krystallinische Zustand der leitende und der amorphe der isolirende ist, während Schwefel-Antimon und Realgar sich entgegengesetzt verhalten.

Die übrigen untersuchten Schwefelmetalle, nämlich: *Schwefel-Gold*, *Schwefel-Silber*, *Schwefel-Wolfram*, auf nassem Wege bereitet, ferner: *Schwefel-Kupfer*, *Schwefel-Zinn*, *Schwefel-Blei*, *Schwefel-Wismuth*, *Schwefel-Eisen*, mögen sie auf trockenem oder nassem Wege hergestellt seyn, in Stücken oder pulverförmig angewendet werden, sind stets Leiter der Elektricität.

2) Pyro-Elektricität des derben Boracites.

Der bei Stafs furth im dortigen Steinsalzgebirge vorkommende derbe Boracit ¹⁾ zeigt, trotz seiner völligen Structurlosigkeit, die unter dem Mikroskope bei 250facher Linearvergrößerung nicht das geringste krystallinische Gefüge erkennen läßt, dennoch eine Erscheinung, welche die Pyro-Elektricität dieses Minerals beweist.

Werden nämlich fein zerriebene Theilchen desselben auf einer Metallplatte über der Spirituslampe erwärmt ²⁾, so machen sich sehr sonderbare Bewegungen bemerklich: die Theilchen schieben sich von einander, ballen sich zusammen, ziehen sich an und stoßen sich ab. Fein gepülverte Boracitkrystalle verhalten sich ebenso, auch ist das Phänomen keineswegs stärker an ihnen zu sehen. Viel schwächer dagegen ist dieß der Fall bei fein gepülvertem Schwerspath, den ich des Vergleiches wegen auf dieselbe Weise behandelte.

1) Monatsberichte der Berliner Academie, 1847, Januar, S. 19. (Ann. Bd. 70, S. 557.)

2) Die Methode, welche Brewster zur Erkennung der Pyro-Elektricität des Turmalinpulvers anwendete. S. Schweigger's Jour., Bd. 43, S. 97.

Der Unterschied zwischen amorph und krystallinisch wird durch diese Thatsache ganz geläugnet; wo wir an anderen Körpern Amorphismus wahrzunehmen glauben, könnte dieß davon herrühren, daß wir für sie kein so feines Mittel haben, die krystallinische Structur zu zeigen, als die Pyro-Elektricität für den derben Boracit ist.

3) Elektrische Staubfiguren.

Im Jahre 1843 beschrieb ich ¹⁾ eine Methode, wie auf Franklin'schen Tafeln Staubfiguren von besonderer Schönheit und Größe hervorgebracht werden können. Es geschieht dieß, indem man eine solche Glastafel, deren einer Beleg beweglich ist, ladet, und nach Entfernung des beweglichen Beleges die Tafel entladet. Wenn die Figur gelingt, so sieht man den Entladungsfunken sich in einer leuchtenden, mannigfach verzweigten Figur über der ganzen Oberfläche der Tafel ausbreiten, und beim Bestreuen mit dem Gemenge von Schwefel und Mennige wird jene leuchtende Zeichnung in außerordentlich zarten Verästelungen sichtbar gemacht.

Eine zweite Art der Figuren, die sich durch geradgestreckte kurze Aeste von der vorigen unterscheidet, entsteht dadurch, daß man eine geladene Franklin'sche Tafel, wiederum nach Entfernung des einen Beleges, mit einer entgegengesetzt geladenen Flasche verbindet.

Während bei der ersten Art der Figuren auf der zweiten Seite der Platte nach Entfernung des Beleges und nach dem Bepulvern eine in ihrer Färbung der der ersten Seite entgegengesetzte Figur sichtbar wird, ist dieß bei der zweiten Art nicht der Fall. Das heißt also die durch den Ladungsstrom entstehende Figur läßt sich nicht zeigen. Der Grund hiervon liegt ohne Zweifel in der freien Elektricität der Tafel (da sich $+$ und $-$ E. der Tafel und Flasche nur selten vollkommen ausgleichen werden), welche durch den Beleg gleichmäßig auf der Oberfläche verbreitet wird.

1) *Diss. de imponderabilium praesertim electricitatis theoria dynamica*, p. 32.

In diesen Tagen habe ich aber auf eine andere Weise Figuren mittelst des Ladungsstromes hervorgebracht. Eine ungeladene Franklin'sche Tafel, deren einer Beleg entfernt ist, wird mit dieser unbelegten Seite durch einen gekrümmten Draht mit der äußeren Seite einer geladenen Flasche oder Batterie verbunden. Die Entladung geschieht durch Verbindung des Beleges der Tafel mit der Innenseite der Batterie. Im Augenblicke der Entladung breitet sich der Ladungsfunkel auf der unbelegten Seite der Tafel aus, und beim Bepulvern zeigt sich eine schöne Staubfigur, gebildet von der Elektrizitätsart der Außenseite der Batterie.

4) Die Verdunstungsgränze des Quecksilbers.

Faraday bemerkte an Blattgold, welches bei einer Temperatur von $+30^{\circ}$ bis $+20^{\circ}$ F. über Quecksilber ausgespannt war, keine Veränderung mehr, und schloß hieraus, daß die Verdunstungsgränze des Quecksilbers innerhalb dieser Temperaturen falle.

Folgende Beobachtung, die ich vor drei Jahren gemacht und im vergangenen Winter zu wiederholen Gelegenheit hatte, widerspricht zwar jener Beobachtung Faraday's nicht, scheint es mir aber unwahrscheinlich zu machen, daß die Verdunstungsgränze des Quecksilbers mit den angegebenen Temperaturen wirklich erreicht sey, jedenfalls kann sie dazu dienen, diese Gränze näher festzustellen.

Bei Gelegenheit nämlich von Versuchen über die chemische Wirkung des Lichts hatte ich im Winter in einem ungeheizten Raum, dessen Temperatur, wie aus dem Gefrorenseyn des destillirten Wassers hervorging, unter Null war, den Quecksilberkasten stehen, und erhielt nichts destoweniger ohne Erwärmung nach 24 Stunden vollständig entwickelte Lichtbilder.

Dieselbe Bemerkung hatte ich im vergangenen Winter zu machen, jedoch fand sich beim Nachlassen der Kälte keine Gelegenheit, die Versuche mit genaueren Temperaturbestimmungen zu wiederholen.

Hieraus scheint mir hervorzugehen, daß jodirte Silberplatten, auf welche das Licht gewirkt hat, ein weit empfind-

licheres Reagenz auf Quecksilberdämpfe sind, als das Blattgold. Vielleicht findet sich ein Physiker in kälteren Gegenden veranlaßt, hieüber Versuche bei niedrigeren Temperaturen anzustellen.

Für die theoretische Bestimmung der Elasticität der Quecksilberdämpfe ist übrigens dieses Factum unwesentlich. Denn wenngleich hiernach weder die Formeln von Avogadro ¹⁾, noch von Holtzmann ²⁾ in aller Strenge richtig seyn können, so würde sich doch die Spannkraft der Quecksilberdämpfe kaum noch in Druckhöhen angeben lassen.

5) Irisirendes Kupfer.

Brockelsby hat irisirendes Silber erhalten, indem er Perlmutter auf leichtflüssigem Metalle abdrückte und hierüber galvanoplastische Copien nahm ³⁾.

Schon vor acht Jahren habe ich galvanoplastische Abdrücke von Kupfer über irisirenden Knöpfen gemacht und Hrn. Prof. Dove mitgetheilt, die in denselben schönen Farben wie die Originalknöpfe spielten.

Die Sache hat wenig Auffallendes. Wenn man weiß, daß die galvanischen Niederschläge von solcher Feinheit sind, daß sie die ungemein feinen Erhabenheiten und Vertiefungen eines Lichtbildes vollständig wiedergeben, wie sollte man nicht genaue Copien von Oberflächen erhalten, deren Unebenheiten im Vergleich zu denen eines Lichtbildes ungemein groß sind, so groß, daß sie auf mechanischem Wege, wie durch Abdrücken in einer weichen Masse übertragen werden können.

Berlin, den 4. April 1847.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 27, S. 60 und 72.

2) Ueber die Wärme und Elasticität der Gase und Dämpfe, S. 28.

3) Sillim. Journ., 1846, Bd. 1, S. 112. — Poggend. Ann., Bd. 70, S. 204.

VI. *Ueber die Pseudomorphosen nach Steinsalz;*
von W. Haidinger.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den naturwissenschaftl. Abhandl. der
 Freunde der Naturwissensch. in Wien.)

Der freundlichen Güte des Hrn. Geheimen Hofraths Hausmann verdanke ich die Uebersendung einer Mittheilung, welche derselbe an die K. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen am 19. Mai d. J. (1846) gemacht hat ¹⁾. Der Gegenstand derselben berührt so nahe verschiedene verwandte Studien und Beobachtungen, die ich anzustellen Gelegenheit hatte, daß ich gerne mit einer Nachricht über dieses Vorkommen auch jene zusammenstellen möchte, besonders auch, da ich glaube, in Bezug auf die Erklärung der Erscheinung, die Construction des wahrscheinlichen Vorgangs bei der Bildung der verwandten Körper zu einem etwas abweichenden Schlusse Veranlassung zu finden.

Hr. Hofrath Hausmann erhielt nämlich von dem Hrn. Grafen W. von der Schulenburg-Hehlen zwei zusammengehörige Platten eines dichten, etwas bituminösen Mergelkalks von rauchgrauer Farbe, von welcher die eine die erhabene, die andere die vertiefte Form einer grob geformten vierseitigen Pyramide trug. Die Pyramidenflächen waren treppenartig gefurcht, und erinnerten vorzüglich durch diese Eigenthümlichkeit an die bekannten treppenförmig, mit hohlen Flächen gebildeten Salzwürfel, welche man so häufig, wenn auch mit kleineren Dimensionen beim Abdampfen der Salzsoole, besonders bei den höheren Temperaturgraden von 70° bis 76° erhält, während niedrigere vollständig ausgebildete Krystalle geben.

Eine der Platten zeigte, und zwar gerade dem Eindrücke gegenüber, einen anderen derselben entsprechenden Eindruck, die Spitze der einen Pyramide genau gegen die Spitze

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, No. 8, Janus 22, 1846.

der anderen Pyramide gerichtet. Die Größe der beiden war sehr ansehnlich. Der Durchmesser der kleineren 1,4 Par. Zoll, der Durchmesser der größeren sogar vierthalb Par. Zoll.

Die Mergelkalkplatten gehören zur unteren Abtheilung des Muschelkalks vom Schiftenberg oberhalb Hehlen am linken Ufer der Weser. Sie überdecken eine Ablagerung von Gyps und Letten, und werden selbst wieder von einem, Enkrinitenstiele enthaltendem Kalksteine aus der mittleren Lagerfolge des Muschelkalks bedeckt.

Einer späteren Mittheilung Hausmann's an die K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen vom 21. Nov. zufolge ¹⁾, hatte, veranlaßt durch die so eben erwähnte Angabe, ein anderer seiner ehemaligen Zuhörer, Hr. Strüver, bei Gelegenheit der Anfertigung einer geognostischen Karte der Gegend von Polle an der Weser, noch mehrere Stellen entdeckt, wo Pseudomorphosen nach Salz vorkommen, namentlich am Feldberg bei Höhe und in der Gegend von Bodenwerder. Stellenweise kommen sie in ganzen Afterskrystallbänken vor, und zwar auf der Gränze der unteren und mittleren Lage des Muschelkalks, und stets nahe an Gypsablagerungen. Nach einer in Wöhler's Laboratorium von Hrn. Carl List ausgeführten Analyse enthalten sie kohlensaure Kalkerde 61,19, kohlensaure Talkerde 22,501, unlösliches Thonsilicat 16,301 und 0,008 Chlornatrium.

Hausmann schreibt die Bildung der treppenartig hohlen Würfelräume, ähnlich dem Vorgange in den Salzsiedereien, der Abdampfung einer gesättigten Salzsoole bei erhöhter Temperatur, doch unter der Siedhitze zu, bei der sie wie analoge Bildungen in dem Pfannenstein, in Letten eingewickelt und späterhin wieder ausgelaugt werden. Er erwähnt dabei Prof. Amos Eaton's Nachricht ²⁾ über das Vorkommen ähnlicher pseudomorpher Räume in den Mer-

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen, No. 17, 7. December 1846.

2) Silliman's *American Journal*, XV, N. 2, January 1829.

geln der nordamerikanischen Salzformation in der Nähe von Syrakus, Neu-York. Diese gehört nach den neuesten Untersuchungen einer älteren Schichtenfolge an, nämlich der Onondaga Salzgruppe in der obersilurischen Abtheilung des Uebergangsgebirges ¹⁾. Es sind eigentlich nicht sowohl Pseudomorphosen, als die Abdrücke der hohlen Salzpyramiden in dem weicheren Kalkmergel, und dem rothen und grünen Mergelschiefer, in welchem sie von größter Vollkommenheit und in unermesslicher Menge vorkommen. Tausende von solchen leeren Räumen, einige derselben bis zu 5 Zoll im Durchmesser, sieht man vorzüglich bei Manlius Center, am Südabhang des Eriekanals, 52 englische Meilen westlich von Utika. Viele davon scheinen, nach Eaton, über nicht vollkommen treppenförmig ausgehöhlten Würfeln von Salz gebildet zu seyn.

Auf den Salzwerken von Syrakus am Eriekanal, wo das Salz durch Anwendung der Sommerwärme, zum Theil durch Feuer unterstützt, abgedampft wird, beobachtete Eaton künstliche Hohlpyramiden, *hoppers*, bis zu 3 Zoll Durchmesser. Die natürlichen bei Manlius Center waren die größten, aber sie kommen in großer Ausdehnung auch anderwärts vor, so in dem Dorfe Salina, und etwas westlich von dem Dorfe Jordan, 82 Meilen westlich von Utika.

Bei einer Sendung, die das K. K. Montanistische Museum von Hrn. Dr. Tarnau in Berlin erhielt, befand sich auch ein Stück dieses Vorkommens von Syrakus. Die treppenförmigen Absätze, zum Theil übergreifend, sind mit einer Rinde von kleinen Quarz- und Kalkspathkrystallen überdeckt. Während der Mergel fest wurde, während das Salz durch den nachdringenden Strom von reinerem Wasser aufgelöst und hinweggeführt wurde, setzten sich die Krystalle dieser zwei Species ab, deren Materie der Strom herbeiführte.

Die Räume zwischen den sechs mit ihren Spitzen gegen einander gestellten vierseitigen Pyramiden sind übrigens

1) Vergleiche Charles Lyell's Reisen in Nordamerika u. s. w. Uebersetzt von Dr. Emil Th. Wolff. Halle 1846.

ganz leer. Vor einiger Zeit beschrieb ich Pseudomorphosen von Gyps nach Steinsalz von Göfsling an der Ips in Oesterreich ¹⁾. Es liefs sich bei denselben nachweisen, dafs ursprünglich Salzwürfel in einem noch ziemlich weichen Thonschlamm eingewachsen waren. Der Schlamm wurde nach und nach zusammengeprefst, die Salzwürfel zum Theil mit demselben; man findet in Aussee, in Hallstatt, in Hallein solche *verschobene* Salzwürfel. Zugleich wird die Oberfläche vertieft, das Salz lagenweise hinweggelöst, anstatt dessen lagern sich vorzüglich kleine Quarz- und Dolomitrystalle in einer Rinde ab. An der Stelle der Ränder bleibt ein erhabener Grat stehen, der noch immer sichtbar ist, wenn auch schon die Flächen ganz tief pyramidenförmig weggelöst sind, und das Innere von Gyps erfüllt wird.

Aber man sieht auch Salzwürfel, einen derselben von 3 Zoll Durchmesser, von Hall in Tirol, erst vor Kurzem durch den K. K. Hrn. Hofrath und Director J. Stadler daselbst für das K. K. Montan. Museum eingesandt, die auf diese Art selbst immer kleiner werden, und deren frühere Gröfse man noch an den Spuren erkennt, die sie in dem Mergel zurückgelassen haben. Man findet endlich Salzreste, ganz von der Form derjenigen von Manlius Center, welche nichts als ein *Salzkrystall-Gerüst* darstellen, ganz ähnlich den durch Abdampfung erhaltenen Hohlpyramiden. Werden diese endlich noch durch Auflösung hinweggeführt und der Raum bleibt hohl, so entsteht die von Eaton und Hausmann beschriebene Erscheinung, aber auf einem anderen Wege. Waren es ursprünglich *treppenförmig ausgehöhlte Würfel*, im Thonschlamm begraben, oder waren es ursprünglich *vollkommene Würfel*, in dem Thonbrei angeschossen, *als eingewachsene Krystalle* gebildet? Die einen wie die andern stellt man sich als durch den gleichen Vorgang aufgelöst vor. Ich glaube, dafs die zusammenhängenden Reihen, welche man aus unseren Alpenlocalitäten

1) v. Holger, Zeitschrift, Bd. 4, Heft 4, S. 225. — Poggendorff's Annalen, Bd. LII, S. 622.

bilden kann, ein bedeutendes Gewicht für die zweite Ansicht in die Wagschale legen. Die pseudomorphen Räume sind nach derselben die *Reste von vollständig* in Thonbrei ausgebildeten *Steinsalzwürfeln*, während der Erhärtung der Grundmasse zu Mergel, von der in ihrer Beschaffenheit veränderten Gebirgsfeuchtigkeit, nach und nach von der Oberfläche hinweg aufgelöst, wobei eine Zeit lang die noch weiche Masse nachdrücken und die entstehende Lücke ausfüllen konnte, bis sie so fest wurde, daß ein fernerer Nachgeben nicht möglich war, und der letzte Raum hohl oder vielmehr mit Wasser erfüllt bleiben mußte. In der Classification der Pseudomorphosen könnte man sie als *Wasser pseudomorph nach Steinsalz* gebildet verzeichnen, wenn auch jenes durch die Porosität des Mergels längst entwichen und dieser ausgetrocknet ist. Jedenfalls bleiben es *Eindrücke* von Steinsalz in Mergel.

Die sonderbare Form von sechs, mit den Spitzen zusammengepreßten *Mergelpyramiden* hatte längst die Aufmerksamkeit der Naturforscher gefesselt, aber es wurde keine genügende Erklärung gegeben. Beudant ¹⁾ erwähnt solcher Mergel vom *Montmartre* bei Paris, und der bis dahin geltenden Ansicht, daß sie durch den Druck der über dem Mergel liegenden Schichten hervorgebracht werden sollen. Er selbst betrachtet sie als durch Schwindung hervorgebracht, *formes produites par retrait*, ohne die Ursache der Schwindung näher zu bezeichnen. Doch werden sie mit den *ludus Helmontii* oder Septarien zusammen als analoge Bildungen verglichen.

Der Mergel, in dem sich diese Abdrücke der Salzwürfel finden, nach Stücken aus dem K. K. Hof-Mineralienkabinet, ist ungemein fein und von gleicher blafs gelblichgrauer Farbe. Er enthält Abdrücke in ziemlicher Anzahl von Conchylien, die gleichfalls eine Salzwasserformation andeuten, *Turritella*, *Corbula* u. s. w., doch nur unvollkommen erkennbar, und die Schalen derselben eben so vollständig zerstört und aufgelöst, als die Masse der Salz-

1) *Traité de Mineralogie*, 1830, I, p. 152. Abgebildet Tab. IX, Fig. 42.

krystalle. Dagegen stecken Gypslinsen hin und wieder in dem Mergel, selbst durch jene Räume hindurch, die früher Salzkryrstalle enthielten. Die sechs flachen Pyramidenspitzen berühren sich *beinahe vollständig*. Sie haben etwa einen Zoll Seite.

Die Entdeckung dieser Pyramidenmergel am Montmartre verdanken wir den HH. Desmarest Sohn und Constant Prevost, welche ihre Beobachtungen in einer den 15. April 1809 gelesenen Nachricht der philomatischen Gesellschaft in Paris mittheilten ¹⁾. Die Erscheinung ist ungemein genau beschrieben, doch wird keine Erklärung gewagt, eine solche überhaupt der Zeit und neueren Beobachtungen anheim gestellt. Auch Brongniart hat in der neuen Auflage der geologischen Beschreibung der Pariser Gegend ²⁾ wohl die Nachricht der Entdecker aufgenommen, keineswegs aber eine Erklärung des Vorkommens versucht.

Die HH. Desmarest und Prevost theilen dort einen Durchschnitt der Gypsschichten mit, der ungemein lehrreich ist. Die Mergelpyramiden kommen in einem ziemlich lockeren Lager vor, das zwischen zwei festen Gypsflötzen liegt, dem *Petit Banc* von 0,19 Meter als Dach, und dem *Banc Rouge* von 3,30 Meter als Sohle, nach der dort bei den Arbeitern üblichen und auch von Desmarest dem Vater angenommenen Benennung. Bei Brongniart ist ersterer No. 17, letzterer No. 21 der dritten oder unteren Gypsmaße. Das Lager, 1,27 Meter mächtig, ist zu oberst zerklüftet, dann kommen häufige Reste von Meeresconchylien, aber bloß in Abdrücken, die Schale ist gänzlich zerstört, zu unterst mit denselben, etwa in der Mitte des Lagers die Pyramidenmergel, gleich unterhalb die schönen pfeilförmigen Gypskryrstalle, und der weißse schuppige, sogenannte *Schneegyps*, *gypse niviforme*, in Nieren, endlich ein

1) *Journal des mines*, T. XXV, p. 227.

2) *Description géologique des environs de Paris*. Par M. M. G. Cuvier et Alex. Brongniart. Nouvelle édition. Par M. Alex. Brongniart, p. 334.

Theil des Mergellagers ohne Fossilien. Folgende Species wurden von Desmarest und Prevost bestimmt:

Calyptraea trochiformis.

Murex pyraister.

Vier *Cerithien.*

Turritella imbricata.

- *terebra.*

Voluta citharea.

- *muricina.*

Ampullaria sigaretina.

Cardium porulosum.

Crassatella lamellosa.

Cytherea semisulcata.

Solen vagina.

Corbula gallica.

- *striata.*

- *anatina?*

Sie sind sämmtlich denen von Grignon analog. Ferner fanden sich Spatangen, Haifischzähne, Bruchstücke von Krabben, Fischgräten und Theile von ästigen Korallenstücken. Alles beweist, dafs der Absatz dieser Schicht ganz gewifs im Meere stattfand, während andere höhere Schichten durch Landthiere, Cyclostomen, Limnäen u. s. w. eben so unzweifelhaft Süßwasserbildungen angehören.

Man hatte keinen Verdacht auf die Mergelpyramiden, dafs sie als Eindrücke von *Salzwürfeln* übrig geblieben seyn konnten, sonst hätte man sich ihrer eben so gut als Beweisgründe für das Daseyn einer Meeresbildung bedienen können, als der Meeresfossilien, ja es wäre diefs ein noch viel unmittelbarer Schlufs gewesen. Aber auch erst die Mittelglieder der Vorkommen von Nordamerika, von Hall, Aussee und andern Orten konnten darauf hinleiten, sie für solche zu nehmen. Aus dem Mergel, der selbst nach Desmarest und Prevost an 80 Procent kohlensauen Kalk enthält, wurde gewifs durch eine auf den oben erwähnten Klüften in seinen oberen Theilen eindringende Gypslösung der Salzgehalt ausgelaugt, so dafs gegenwärtig nichts mehr davon übrig ist, aber in dem Theile, unmittelbar über dem dichteren Mergel ohne organische Reste, wurden neue Gypskrystalle abgesetzt. Auch die Bildung des Schneegypses deutet auf eine pseudomorphe Ablagerung, doch würden wohl auch dazu Beobachtungen in der Natur und über die chemische Zusammensetzung der darüber und der darunter

liegenden Mergel erforderlich seyn. Die Meeresconchylien und die Pyramidenmergel, die neben einander, ja einander durchdringend gefunden werden, bilden jedenfalls ein schönes Vorkommen zu gegenseitiger Erläuterung.

Das K. K. Hof-Mineralienkabinet in Wien besitzt eine nach *Steinsalz* vollendete Bildung, die zu merkwürdig ist, als dafs sie hier übergangen werden sollte. Das Stück wurde von Hrn. Custos Partsch bei seiner geognostischen Untersuchung von Oesterreich bei *Ranek am Oetscher* gefunden. Würfel von etwa dreiviertel Zoll Seite, aus sechs in der Spitze zusammenstossenden Pyramiden bestehend, sind in einem sehr mürben feinkörnigen *Quarzsandstein* eingewachsen. Der Sandstein ist porös, und zeigt sehr deutlich ganz ebene Lagen seiner sedimentären Bildung; auf einigen derselben liegen Glimmerblättchen. Die Masse der Würfel besteht gleichfalls aus zusammengebackenen *Quarzkörnchen*. Die ursprüngliche Oberfläche der Würfel ist noch deutlich und ganz eben durch eine zarte Trennung zu erkennen. Die Pyramidenflächen sind treppenförmig und schliessen fast ganz aneinander an. Die Hypothese eines Würfels mit Hohlpyramiden ist also hier unmöglich, nur die eines vollkommen ausgebildeten Würfels genügt. War er aber in dem lockeren Sande vor seiner Festwerdung in der Art enthalten, wie die Fontainebleauer Kalkspathe, oder hat die auflösende Gebirgsfeuchtigkeit nach Maßgabe der Auflösung anstatt des Salzes, welches den Raum vollständig erfüllte, den Sand allmählig abgesetzt? Diefs ist aus einem einzigen Handstücke eben so schwierig zu entnehmen, als es vielleicht durch die Untersuchung der Fundstätte in die Augen springen würde. Für die zweite der erwähnten Ansichten spricht, dafs die schichtenförmige Structur des Sandsteins nicht durch die Masse der Würfel hindurchgeht, auch scheint der dieselbe zusammensetzende Sand ein, wenn auch unbedeutend feineres Korn zu besitzen.

Mit den hohlen, von Steinsalzwürfeln zurückgelassenen Räumen stehen die *Gypspseudomorphosen* von Gößling, die *Anhydritpseudomorphosen* von Hall, in so genauem Zu-

sammenhänge, daß ich noch einige Beobachtungen dahin gehöriger Vorkommen hier nicht unschicklich anreihen zu müssen glaube.

In dem K. K. Montanistischen Museo befindet sich ein Stück eines größeren *Würfels*, das aber selbst noch gegen zwei Zoll mißt, dessen Fläche eingedrückt, die Kanten in einen Grat ausgehend, genau wie die, wenn auch kleineren Gypspseudomorphosen. Das Innere des Würfels besteht aus grobkörnig zusammengesetzten *Anhydrit*individuen von etwa zwei Linien Durchmesser in jeder Richtung, vollkommen theilbar, stark glänzend, durchsichtig, die Farbe das schöne blasse Violblau der Species. Der Fundort ist *Hal-lein*; es müssen dort noch viele ähnliche lehrreiche Stücke vorgekommen seyn, aber es gelang mir bisher noch nicht, ungeachtet mehrfältigen Nachfragens, fernere Mittheilungen zu erhalten.

Das K. K. Hof-Mineralienkabinet besitzt einige Stücke von *Aix in der Provence* in Frankreich, im Großen *Würfel* von 2 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll Seite darstellend, aber ganz aus 2 bis 3 Linien großen linsenförmigen *Gypskrystallen* von honiggelber Farbe zusammengesetzt. Die Gestalt der Würfel ist verschoben, ganz so wie die in Thonmergel eingeschlossenen Salzkryrstalle von Aussee und anderen Orten in den Alpen, auch sind die Flächen derselben vertieft, oder vielmehr es erscheinen vertiefte Drusen mit Gypslinsen ausgekleidet, anstatt einer jeden der Flächen. Die feste Mitte der um und um gleich, also ursprünglich eingewachsen gebildeten Massen, hat bei einem der Stücke nur mehr, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll, Dicke, während die Seite des breitgedrückten Würfels nahe $1\frac{1}{2}$, der Durchmesser desselben nahe $2\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Die Bildung dieser Varietät ist nicht zweifelhaft, erst Salzkryrstalle in Thon, dann nach und nach aufgelöst und zusammengedrückt, während dem sich Gyps an den Stellen der Oberfläche absetzte, aber aus einem absteigenden oxydirenden Strome, der den Gyps durch Eisenoxydhydrat gelb gefärbt zurückliefs, während Gypskryrstalle in mehr reducirtem Zustande der Umgebung weiß sind. Der

Vorgang bei der Ersetzung des Chlornatriums durch gewässertes Kalksulphat war hier etwas verschieden von der Bildung der Gößlinger Pseudomorphosen, bei welchen kein Absatz von Krystallen auf der Oberfläche stattfand.

Ich verdanke Hrn. Ritter von Pittoni in Gratz seit mehreren Jahren ein Stück, das sich den hier beschriebenen nahe anschließt. Es ist ein Mergel mit würfligen *Hohlräumen*, die von kleinen Krystallen von Anhydrit drusenartig ausgekleidet sind. Der Fundort ist *Pirano in Istrien*, um so interessanter und wichtiger, als man ältere Salznie-derlagen in der Umgegend nicht kennt, wie in der Nähe mehrerer der übrigen in dieser Uebersicht verzeichneten Pseudo-morphosen, und doch der Ursprung der gegenwärtigen un-zweifelhaft ist. Doch haben wir durch die Nähe des Mee-res hinreichend Auflösungsmittel, um die mächtigsten Salz-stücke theoretisch hinwegzuschaffen, die etwa die Kalk- und Sandsteinformationen des südlichen Alpenabhangs einst begleitet haben mochten, so wie wir sie noch auf dem nörd-lichen Abhange der Alpen, der Karpathen, oder in dem norddeutschen Salzrevier, ja auch in dem südlichen Abhange, aber mehr gegen Westen, in den Apenninen, antreffen.

Hr. von Pittoni hatte diese Pseudomorphosen in ei-ner Mineraliensammlung des verstorbenen Salinendirectors Patzovsky in Capo d'Istria acquirirt. In dem Kataloge stand: »Aus den Salzschlemmereien von Pirano, sehr sel-ten.« Sie kamen also wahrscheinlich aus den damaligen, und von alter Zeit her berühmten, ausgedehnten Meersalz-gewinnungen, der Saline di Sizziole, im Grunde des Ha-fens delle Rose, oder auch Porto Glorioso genannt ¹⁾. Ge-genwärtig sind der Küste entlang viel weniger Salinen im Betriebe als früher. Die von Pirano wird mit etwa 2000 Arbeitern durch drei Monate des Jahres betrieben, und zwar für Rechnung von Privaten, welche sodann das Salz um einen bestimmten Preis abliefern. Es fehlen die Daten, um zu entscheiden, ob die Bildung der Pseudomorphosen viel-leicht mit der Bearbeitung der Salinen selbst zusammen-hängt,

1) Balbi, Erdbeschreibung. Pesth, Hardleben 1842. I, S. 349.

hängt, wahrscheinlicher ist es, daß sie aus den älteren Mergeln herkommen, wenn auch diese von neuem Salz durchdrungen sind.

Als ich kürzlich Hrn. von Pittoni um nähere Daten über das Vorkommen fragte, und er mir auch das Obige freundlichst mittheilte, sandte er mir noch zwei Stücke von *Soóvar in Ungarn*, die von einer neuen Localität, und mit eigenthümlichen Abänderungen zu dem Schönsten und Merkwürdigsten gehören, was man in dem Kreise der hier verzeichneten Vorkommen anzutreffen denken kann.

Schon bei den Gypspseudomorphosen von Göföling war das Außere von einer etwas härteren Haut eingefast, die aus kleinen Dolomitkrystallen besteht; hart an diese schließen die Gypsindividuen an und erfüllen den Raum vollständig. Die scharf auskrystallisirten Würfel von 2 bis 3 Linien Seite, wenn auch unregelmäßig schiefwinklig gedrückt, des *Soóvarer Salzes* wurden während ihrer Auflösung durch eine von innen angesetzte, also »innere Krystallrinde« von Dolomit im Anfange der Veränderung in ihren Umrissen festgehalten. Als die Salzmasse später verschwand, nahm Gyps die Stelle derselben ein und erfüllte das Innere der Würfel. Aber das Merkwürdige dabei ist, daß der Proceß der Pseudomorphose nicht ein nach Krystallindividuen abgesonderter für jeden einzelnen Salzkry stall war. Im Gegentheil erfüllt ein einziges Gypsindividuum, an der zusammenhängenden vollkommenen Theilbarkeit kenntlich, das Innere von einer großen Anzahl, einer ganzen Druse, von verschiedentlich gestellten Würfeln. Auch ist noch zu bemerken, daß der Gyps von der Dolomitrinde durch einen engen Zwischenraum getrennt ist, und selbst eine raue, wie durch Auflösung benagte Oberfläche hat.

Mehrere deutlich verschiedene Zustände sind bei diesem Stücke aufeinander gefolgt:

- 1) Vollkommene Krystallisation des Salzes.
- 2) Einschluss in Mergel, wahrscheinlich in demselben gebildet. Gewiss war er während der Zeit vorhanden, als

ein Strom von *gesättigter* Salzlösung, der also kein Salz weiter aufnehmen konnte, den Absatz von Dolomit, kohlensauren Kalk und kohlensaurer Magnesia vermittelte. Katogener Fortschritt.

3) Anogen gegen die letzte, noch immer katogen gegen die erste Periode, verschwindet das letzte Salz und krystallisirt der wasserhaltige Gyps. Der Strom führt statt kohlensaurer vorwaltend schwefelsaure Salze.

4) Die Salzlösungen sind weniger gesättigt, das Wasser löst den Gyps an der Oberfläche zunächst der Dolomitrinde wieder auf.

Das zweite Stück enthält Krystallrinden von Dolomit bis über einen halben Zoll in jeder Richtung der ursprünglichen Salzwürfel, zusammen in einer drusenartigen Rinde von etwa einem Zoll Dicke; man könnte an eine Gangseite oder an Absatz auf einem ebenen Boden denken. Im Innern liegen kleinere garbenförmige und kuglige Formen nachahmende Gestalten von Gyps zwischen den Würfelzellen, welche durch das Verschwinden der Salzkristalle entstanden sind.

Auf das Genaueste mit den hier betrachteten Gegenständen verwandt, ist der sogenannte *krystallisirte Sandstein*.

Nicht der von Fontainebleau ist jedoch hier gemeint, denn die spitzen Rhomboëder desselben gehören als wirkliche Krystalle dem Kalkspathe an, der die Sandkörner bei der Krystallisation umschlossen hat, unvermögend sie aus der Stelle zu schieben. Aber der krystallisirte Sandstein von der *Gänsheide bei Stuttgart*, der zuweilen dem vorigen ähnlich geglaubt wurde, ist pseudomorph nach Würfeln von Steinsalz gebildet. Als ich vor mehreren Jahren die Gypspseudomorphosen nach Steinsalz von Göfsling beschrieben hatte, bemerkte mein verehrter Freund Gustav Rose in einer schriftlichen Mittheilung, daß wohl der Stuttgarter krystallisirte Sandstein ein ähnliches Vorkommen seyn dürfte. Ich hatte keine Stücke davon gesehen, und erst jetzt wieder Veranlassung darnach zu forschen.

v. Alberti giebt in seinem classischen Werke ¹⁾ folgende Localitäten:

1) Bei Stuttgart, Tübingen und anderen Orten findet sich der bekannte, in geschobenen Würfeln *krystallisirte Sandstein* in dem kieseligen Sandstein der dritten oder oberen Gruppe des Keupers.

2) In dem grobkörnigen Sandstein, der von dem vorigen durch mehr und minder mächtige Mergelschichten getrennt ist, finden sich *Sandsteinkrystalle* am Grieswäldchen bei Löwenstein.

3) Sogenannter *krystallisirter Sandstein* findet sich zwischen dem bunten Sandstein und Muschelkalk am Rothbach unterhalb Eiks (Commernscher Bleiberg), in mit Würfeln bedeckten Sandsteinplatten (Rheinpreußen).

Glocker giebt an: Zu dem pseudomorphischen Quarz gehört der sogenannte krystallisirte Sandstein von Fontainebleau und Stuttgart.

Gustav Leonhard hat für Kalkspath den Artikel: Stuttgart, auf der sogenannten Gänsheide, Rhomboëder oder Würfel (nach Steinsalz) gleichmäßig mit sehr feinkörnigem Quarzsand übermengt, in Keupersandstein.

Letzteres ist die Beschreibung der Fontainebleauer Varietäten, denn die Sandsteine von der Gänsheide enthalten gar keinen Kalkspath.

Blum hat diese Pseudomorphose nicht.

Aus dem oberen quarzigen Keupersandsteine der Gänsheide bei Stuttgart besitzt das K. K. Montanistische Museum Stücke aus einer Sendung des Hrn. Bergraths Heil, welche durch Hrn. Gubernialrath Russegger's Vermittlung mit dessen Sammlungen vereinigt wurden. Sie zeigen auf einer etwas wellenförmigen unregelmäßig gebogenen, aber verhältnismäßig glatten, nämlich auf einer bloß rauhen, Oberfläche zahlreiche Würfelsegmente in mancherlei Lagen. Ein Exemplar aus dem K. K. Hof-Mineralienkabinette zeigt an einem mehr als halbzölligen Würfel deutlich

1) Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers. Stuttgart und Tübingen 1834. S. 147 und 189.

die für das Salz so charakteristischen treppenförmigen Flächenvertiefungen.

Der Vorgang bei der Bildung dieses krystallisirten Sandsteins dürfte etwa folgender gewesen seyn. Ohne Zweifel sind die Flächen, auf denen diese Würfel vorkommen, die unteren Flächen der Sandsteinlagen, die über Mergel angetroffen worden sind. Auf der Oberfläche eines Schlamm-sediments, das von dem Meere zurückgelassen worden war, krystallisirte nach dem Abdampfen des salzigen Wassers das Steinsalz in Würfeln aus demselben heraus, indem es auch gegen unten zu gegen die weiche schlammige Unterlage die Ebenheit seiner Flächen und Schärfe der Kanten behauptete, wie man es nicht anders bei einem leicht zu diesem Zwecke anzustellenden Versuche findet. Die Würfel waren also an ihrem unteren Theile von trocknendem Schlamm umgeben. Eine neue trübe Fluth überdeckte nun die Ablagerung, und liefs die gröbsten, mechanisch mit hergeschwemmten Theile als eine Sandschicht darauf liegen. Der obere Theil der Salzwürfel wurde vielleicht dabei schon mit aufgelöst, der untere Theil aber, der nicht so schnell mit aufgelöst werden konnte, wurde nun durch den Absatz fest eingeschlossen. Bei der späterhin noch fortdauernden Auflösung mußte also der noch nicht festgewordene Sand sich nach und nach in die Räume hineinsetzen, so wie das Salz Theilchen für Theilchen aufgelöst und hinweggeführt wurde, ohne dafs die feinen Schlammtheile gewalthätig aufgetrübt und die Oberfläche zerstört werden konnte.

Dieser Vorgang ist beinahe eine *Abformung*, so wie man sie sich früher häufig als Erklärung von Pseudomorphosen dachte. Die aufmerksame Beobachtung und Untersuchung dieser hat längst ein Resultat gegeben, das ich an einem anderen Orte ¹⁾ anführte: »Die Eindrücke durch ein neugebildetes Mineral ausgefüllt, und dann die Rinde wieder aufgelöst und hinweggeführt, ist wohl noch niemals beobachtet worden.« Auch hier standen die Eindrücke niemals offen, sondern der Sand drang nur nach Mafsgabe der Auflösung des Salzes nach, wenn er auch erst nur eine

1) Handbuch, S. 299.

mechanische Abformung bilden konnte, bis er später Consistenz gewann. Doch ist gerade dieses Vorkommen noch einer mechanischen Abformung am nächsten, weil das Salz ein so leicht auflöslicher Körper ist.

Hr. v. Alberti hat leider keine genauen Angaben über die Art des Vorkommens dieser Sandsteine verzeichnet, eben so wenig fand ich anderwärts Nachrichten darüber, auch fehlt noch was immer für eine Erklärung der Erscheinung, daher die gegenwärtige eine Untersuchung des Vorkommens an Ort und Stelle wohl recht wünschenswerth macht.

Der Sandstein, wenn auch fest, erscheint dabei unzweifelhaft als sedimentäre Bildung, aber später fest zusammengebacken, und zwar durch kieselige Materie, die sich nach und nach an den Sandkörnchen absetzte, denn die anfangs porösen Sandsedimente sind es doch vornehmlich, auf welchen die Bewegung des Wassers geschieht, während die Thon- und Mergelschichten undurchdringliche Wände bilden, und durch diese Wässer wird leicht die erforderliche aufgelöste Kieselerde zugeführt.

Von dem sogenannten *krystallisirten Sandsteine* aus der Umgegend von Cassel erhielt das K. K. Montanistische Museum einige Stücke durch Hrn. Dr. Baader, dem sie von Hrn. Dr. Tamnau mitgetheilt worden waren. Die Würfel haben hier nahe dieselbe Gröfse von einer bis zu drei Linien, auch sind einige noch rechtwinklich, andere wie die Göfslinger Gypspseudomorphosen, zwischen zwei Kanten schiefwinklich gedrückt. Viele aber haben vertiefte Flächen, zum Theil treppenförmig. Der Sandstein, welcher sie erfüllt, erschien viel feiner im Korn, als der von Stuttgart, ja der gröfsere Theil der untersuchten Stücke war nicht einmal »krystallisirter Sandstein,« sondern es war »krystallisirter dichter Kalkstein« dadurch entstanden, dafs sich über den Salzkristallen, anstatt des Sandes, Kalkschlamm absetzte, der sodann zu einem beinahe dichten Kalksteine erhärtete, ganz ähnlich so vielen von den sogenannten Wiener oder Karpathen-Sandsteinen, die am Ende bei genauer Betrachtung als grobe hydraulische Kalksteine erkannt werden.

Mechanische Pseudomorphosen, wie die hier beschriebenen, unterscheiden sich deutlich von denjenigen, bei welchen die Materie selbst, die den früher von einer andern Species erfüllten Raum einnimmt, sich in dem Fortgang der Gesteinbildung erst neu erzeugte. Doch verdienen sie immerhin die größte Aufmerksamkeit. Man könnte die »krystallisirten Sand- und Kalksteine von Stuttgart und Cassel« als Reste einer unorganischen »marinen« Species betrachten, die eben so wie die oben erwähnten leeren Räume nach Salzwürfeln für die Bildung des in Rede stehenden Gebirgsgesteines als ein eben so unbestrittener Beweis für Absatz aus Salzwasser gilt, als ihn nur immer eine ausschließlich dem Meere angehörige organische Species zu liefern im Stande ist.

Ich bin erst kürzlich mit Hrn. Geh. Berggrath Nöggerath's Abhandlung »*Ueber irreguläre Steinsalzkrystalle und Pseudomorphosen nach solchen*«¹⁾ bekannt geworden, in welchen dieser kenntnißreiche und eifrige Forscher insbesondere die würtemberger sogenannten *krystallisirten Sandsteine* genau so erklärt, wie sie im Vorhergehenden geschildert worden sind.

Ich kann es mir nicht versagen, die darauf bezügliche Stelle hier wörtlich wiederzugeben: »Die Krystalle — sind — ähnlich gebildet wie die bekannten Thierfährten von Hildburghausen und andern Fundorten. Würfel von Steinsalz entstanden zuerst an der Oberfläche des als ein weicher Schlamm abgelagerten Mergels oder Schieferlettens. Die Krystalle bildeten sich, in diese weiche Masse eingreifend, aus. Bei der darauf gefolgten Entstehung der Sandsteinschicht, welche jetzt die pseudomorphischen Krystalle enthält, wurden die noch nicht vollständig erhärteten Krystalle durch die Sandsteinmasse gedrückt, zerquetscht und verschoben, zugleich nach und nach aufgelöst, und während dieses Zustandes, wo der Sandstein noch keine genügende Consistenz hatte, drückte sich die Masse desselben in die leeren Räume, welche die Steinsalzkrystalle in

1) v. Leonhard und Bronn, Neues Jahrbuch, 3. Heft, 1846, S. 307.

der zuunterst liegenden Schicht zurückgelassen hatten.* Sie stimmt in mehreren Beziehungen nahe wörtlich mit der oben gegebenen Erklärung überein, nur dafs ich das Allmälige in dem Fortgange der Bildung, das gleichzeitige Verschwinden der Krystalle und Nachrücken des Sandes, bevor er zu Sandstein zusammengekittet wird, schärfer bezeichnet zu haben glaube. Diefs ist aber ein höchst wichtiger Punkt, nicht nur in der Geschichte der einzelnen Pseudomorphose, sondern in der Metamorphose der Gebirgsschicht überhaupt.

Nöggerath hat ferner noch eine schätzbare Reihe von Literaturwerken angeführt, die ich nicht verglich, aber hier zur Vervollständigung der Quellen von ihm entlehne. Es sind die Werke von Jordan ¹⁾, Jäger ²⁾, v. Struve ³⁾, Freiesleben ⁴⁾, Eisenbach ⁵⁾, v. Oeynhausens, v. Dechen und v. Laroche ⁶⁾, v. Alberti ⁷⁾, Plieninger ⁸⁾ und Hausmann ⁹⁾. Ich glaube nicht nothwendig zu haben sie nach ihren einzelnen Angaben anzuführen, da diese in Bezug auf die Ansicht der Verhältnisse keine von den erwähnten abweichenden Modificationen zeigen.

1) Mineralogische und chemische Beobachtungen u. Erfahrungen, Göttingen 1800. S. 143.

2) Denkschriften der vaterländischen Gesellschaft der Aerzte und Naturforscher Schwabens, I. Band, 1805, S. 293.

3) H. v. S. Mineralogische Beiträge, vorzüglich in Hinsicht auf Württemberg und den Schwarzwald. Gotha 1807.

4) Geognostische Arbeiten, 4. Band, 1815, S. 325.

5) Beschreibung und Geschichte der Stadt und Universität Tübingen, 1822, S. 636.

6) Geognostischer Umrifs der Rheinländer zwischen Basel und Mainz, 2. Theil, 1825, S. 170.

7) Die Gebirge des Königreichs Württemberg in besonderer Beziehung auf Halurgie, 1826, S. 113.

8) Beschreibung von Stuttgart, hauptsächlich nach seinen naturwissenschaftlichen und medicinischen Verhältnissen, 1834, S. 67 und 69.

9) Untersuchungen über die Formen der leblosen Natur, I, S. 504. Uebersicht der jüngeren Flötzgebilde im Flußgebiete der Weser, S. 143.

Besonders unter den älteren darf man ja ohnedem keine mit den neueren übereinstimmenden Ansichten zu finden erwarten, die sich selbst erst nach und nach entwickeln.

Die *Pseudomorphose von Aix* in der Provence ist, wie oben, gleichfalls in dieser Abhandlung beschrieben. Die *verdrückten Salzwürfel*, in der Geschichte der Gypspseudomorphosen von Göfsling das erste Stadium, wurden ebenfalls von Nöggerath naturgemäfs beschrieben. Die von ihm erwähnte Rinde, wie »durch eine spätere Nachkrystallisation entstanden«, ist in der ersten Abtheilung der unten aufgezählten Varietäten als Pseudomorphose von Salz nach Salz enthalten.

Fasst man sämtliche bisher in Verbindung mit dem Steinsalz beobachteten und beschriebenen, den Pseudomorphosen anzureihenden Vorkommen in einem Bilde zusammen, so gewinnt dies bereits ein großes Interesse durch die geologische Wichtigkeit der ursprünglichen Species und das Sonderbare der Erscheinung mehrerer derselben. Man kennt nämlich:

1) Die Pseudomorphose von Salz nach Salz. Körnige Massen durch fortgesetzten Druck auf Mergel mit eingewachsenen Salzwürfeln, in den Würfelmassen der letzteren. Aussee. Haidinger. Ueber die Pseudomorphosen u. s. w. Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, Bd. 3, S. 5. Nöggerath.

2) *Polyhalit*. Aussee. Haid., v. Holger's Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, Bd. 4, Heft 4, S. 226, Blum, Pseudomorphosen, S. 223.

3) *Gyps*. Göfsling an der Ips, Oesterreich. Haid., v. Holger's Zeitschrift, S. 225. Aix in der Provence, Frankreich; im K. K. Hof-Mineralienkabinet. (Siehe oben) Nöggerath.

4) *Dolomit*. Rinde, innen Gyps. Soóvar. Von Hrn. v. Pittoni mitgetheilt.

5) *Anhydrit*. Hall, Tyrol. Haid., v. Holger's Zeitschrift, S. 225. Hallein, Salzburg, im K. K. Montanistischen Museum.

6) *Leere Räume*, während der Veränderung erfüllt von Wasser. Syrakus, Salina und viele andere Orte in New-York N. A. Eaton. Hehlen, Hannover. Hausmann. Aussee in Salzthon, im K. K. Montanistischen Museo. Montmartre bei Paris. Desmarest Sohn und Constant Prevost, *Journal des mines*, Vol. XXV, p. 227. Pirano in Istrien, ausgekleidet mit Anhydrit.

7) *Sandstein*. Gänsheide bei Stuttgart, Tübingen, Löwenstein u. s. w. v. Alberti, S. 147. Rothbach bei Comern. v. Alberti, S. 186. Am Oetscher in Oesterreich, nach Partsch, im K. K. Hof-Mineralienkabinet. Nöggerath.

8) *Kalkstein*, dicht. Die Varietäten von Cassel. Blum hat in seinen trefflichen »Pseudomorphosen des Mineralreichs« nur die unter 2, 3 und 4 angeführten verzeichnet. Bei den andern ist das Ansehen so ungewöhnlich, daß man sich nur nach und nach entschliessen konnte, sie auch für analoge Bildungen zu erklären.

Eine andere Art daselbst erwähnter Pseudomorphosen ¹⁾, nach v. Leonhard's Angabe, *Steinsalz* nach *Bitterspath* giebt es nicht. Das sind eben die in und mit dem Mergel *schief gedrückten Salzwürfel*, deren unter andern das K. K. Montanistische Museum von mehreren unserer Alpen-Salzvorkommen besitzt.

Es verdient bemerkt zu werden, daß sich die Fundorte der Pseudomorphosen und Eindrücke, die nach Salz gebildet sind, und von demselben herrühren, bereits von der Onondaga Salzgruppe der oberen silurischen Schichten Nordamerikas, durch den unteren Muschelkalk von Norddeutschland, durch die Salzgebilde unserer Alpen und den oberen Keuper Würtembergs bis in die unteren Absätze der miozenen Pariser Gypsschichten fortziehen. Nach den Mustern der letzteren dürfte es nicht schwierig seyn sie auch künstlich hervorzubringen. Wichtiger wäre es, wenn man ähnlich geformte Räume in Schichten anträfe, die älter sind als die bisher bekannten Steinsalzvorkommen, oder in sol-

1) S. 221.

chen, welche man ihrer krystallinischen Beschaffenheit wegen zu den metamorphischen zu zählen gewohnt ist.

VII. *Der Aspasiolith als Pseudomorphose nach Cordierit, nebst Bemerkungen über Metamorphismus; von W. Haidinger.*

(Mügetheilt vom Hrn. Verf. aus den Abhandl. der Freunde der Naturwissenschaften in Wien.)

Vor einiger Zeit hatte ich eine Anzahl von den in den mineralogischen Handbüchern als eigenthümliche Species angeführten Körpern als Pseudomorphosen dem *Cordierit* angereicht ¹⁾ den *Fahlunit*, den *Praseolith*, den *Esmarkit*, den *Gigantolith*, den *Bonsdorffit*, den *Chlorophyllit*, den *Weissit* und den *Pinit*. Vielleicht möchte auch der *Oosit* dahin gehören. Mehrere Mineralogen hatten bereits früher bei einigen derselben auf die Thatsache der Pseudomorphie hingewiesen, wie Dana, Tamnau; auch erscheint sie bei einigen Varietäten in den verschiedenen Handstücken so unzweifelhaft, daß man füglich diejenigen nicht ausschließen kann, bei welchen das Ansehen mehr versteckt ist, und die daher, obwohl lange bekannt, keine Veranlassung gaben ihre Eigenthümlichkeit in Frage zu stellen.

Die Analysen von so verschiedenen Fundorten der Mineralien selbst wurden zu den verschiedensten Zeiten der Entwicklung der Analysirkunst von den verschiedensten Autoren vollendet. Außerhalb des Zusammenhanges konnten sie also sich nicht immer genau nach ihrem wahren Werthe vergleichen lassen, und gerade diejenigen Analysen fehlten, von welchen man durch den Augenschein beweisen konnte, daß sie an dem weichen umgebenden Theile und dem härteren unzweifelhaft innerhalb einer einzigen Kry-

1) Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, Bd. 4. Poggendorff's Annal. 1845. Bd. 67, S. 441.

stallform enthaltenen Kern angestellt worden waren. Daher fehlt auch dort die Nachweisung über den Vorgang bei der Pseudomorphose, aufser in sofern angedeutet wurde, dafs Wasser zum Theil mit neu zugeführten *alkalischen* Bestandtheilen aufgenommen wurde.

Hr. Prof. Scheerer in Christiania hat nun ¹⁾ an den Cordieriten von Krageröe in Norwegen solche vergleichende Untersuchungen angestellt. Die in einem Gemenge von Quarz, Feldspath, Glimmer und zuweilen Titaneisen eingewachsenen Krystalle haben oft einen deutlichen Kern von Cordierit, sind aber äufserlich, der Oberfläche zunächst, von grünlicher Farbe und serpentinartiger Beschaffenheit. Scheerer nannte diese Rinde *Aspasiolith*, obwohl er auch die Ansicht, sie als umgewandelte Cordieritkrystalle zu betrachten, als sehr nahe liegend anführt.

Die vergleichenden Analysen gaben:

	Cordierit.	Aspasiolith.
Kieselerde	50,44	50,40
Thonerde	32,95	32,38
Talkerde	12,76	8,01
Kalkerde	1,12	Spur
Eisenoxydul	0,96	2,34
Manganoxydul	Spur	Spur
Wasser	1,02	6,73
	<hr/> 99,25	<hr/> 99,86.

Daraus folgert Scheerer für den Cordierit die Formel $R^3\ddot{Si}^2 + 3\ddot{R}\ddot{Si}$, dieselbe, welche Berzelius für den sogenannten harten Fahlunit gegeben hat.

Die Formel für den Aspasiolith besteht aus denselben Gliedern, nämlich $(R)^3\ddot{Si}^2 + 3\ddot{R}\ddot{Si}$. Nur bedeutet in der letzteren Formel der Ausdruck R, dafs, anstatt eines Antheils von Talkerde, Wasser in der Mischung enthalten sey.

Das jedesmal stattfindende Verhältnifs in der Substitution ist, dafs stets

Ein Atom Talkerde durch drei Atome Wasser ersetzt wird.

1) Poggendorff's Annalen. 1846. Bd. 68, S. 319.

Da die zwei verschiedenen Resultate innerhalb einer einzigen Krystallform gefunden wurden, so betrachtet Scheerer das Ganze als eine eigenthümliche Art der *Isomorphie*, und nennt sie die *polymere*.

Dabei wurde vorausgesetzt, daß keine *pseudomorphe* Bildung stattgefunden habe. Selbst in dem vorausgesetzten Falle würde die aufgefundenene Gleichgeltung von 3H und Mg , so wie die daran angereicherte mit eben solchen Atomen von Eisen und Manganoxydul, Fe , Mn , vielleicht von den ähnlichen Oxyden von Kobalt, Nickel und Zink (Co , Ni , Z) Wichtigkeit haben.

Aber dann müßten doch die den Cordieritkern umgebenden Massen wenigstens krystallinische Structur besitzen. Diese haben sie nach allen krystallographischen und optischen Forschungen nicht, sie sind schlechthin *amorph*, oder es entwickeln sich wohl gar aus ihnen in andern abweichenden Krystallrichtungen liegende Glimmerindividuen.

Allein das von Scheerer erhaltene Resultat der Ersetzung von einem Atom Talkerde durch drei Atome Wasser gewinnt auch an *Wichtigkeit*, wenn es von der Seite des pseudomorphen Zustandes betrachtet wird, wenn man es in der allgemeinen *Geschichte der Metamorphose der Erd- und Gesteinschichten* als einen der festen Punkte gelten läßt, die man als gewonnen betrachten darf.

Der Geognost darf nach Scheerer's Gesetz in dem Aspasiolith als pseudomorph nach dem Cordierit von Krageröe gebildet annehmen, daß 6,73 Proc. Wasser an die Stelle von 5,15 Proc. Talkerde getreten sey. Allerdings findet sich noch ein zweiter quantitativer Unterschied in den beiden eben erwähnten Analysen. Es sind nämlich in dem Aspasiolith 1,38 Procent Eisenoxydul mehr als im Cordierit, dagegen ist der 1,12 Procent betragende Kalkgehalt des letzteren im Aspasiolith gänzlich verschwunden. Scheerer hat diesen Unterschied nicht einer eigenen Betrachtung unterzogen, so wie auch die in dem ursprünglichen Cordierit enthaltenen 1,02 Proc. Wasser weder be-

sonders erwähnt, noch auch in der Formel ausgedrückt sind; das letztere wohl darum nicht, weil Alles darauf hindeutet, dafs man es im Cordierit wirklich mit einer gänzlich wasserlosen Species zu thun habe, analog den unter gleichen Verhältnissen gebildeten andern Gemengtheilen desselben Granits, dem Quarz und Feldspath, Glimmer und Titaneisen, denn auch im Glimmer wird der zuweilen vorkommende Wassergehalt nicht für wesentlich gehalten.

Bei der Frage des Isomorphismus lassen sich allerdings Bestandtheile, wie oben die Kalkerde und das Eisenoxydul, übersehen, wenn nur über das Wichtigste Rechen-schaft gegeben ist. Der Gesichtspunkt ist hier ein rein *theoretisch-chemischer*. Anders ist es, wenn der *Geognost* die Resultate der chemischen Analyse als Daten erhält, um Schlüsse zur Erklärung der Naturerscheinungen daran zu knüpfen. Da ist wohl kein Bestandtheil geringfügig, am wenigsten aber sind es diejenigen, welche in zwei auf einander folgenden Zuständen als verdrängte und neu hinzutretene erscheinen.

Die *Anwendung* der chemischen Kenntnisse soll hier zur *Erweiterung* der geognostischen benutzt werden.

Nehmen wir dazu die zwei oben angeführten Analysen des Cordierits und des Aspasioliths von Krageröe, und bringen sie von den relativen Daten auf absolutes Gewicht, denn der Geognost hat es mit grofsen schweren Gebirgen und anderen Massen zu thun. Ein Wiener Kubikfufs Wasser wiegt 56,4 Wiener Pfund, ein Kubikfufs Quarz von 2,65 spec. Gewicht also 149,46 Pfund. Eine Kubikklafter, das ist ein Würfel von 6 Fufs Länge, Breite und Höhe, also in geognostischer Beziehung noch ein ganz mäfsig grofser Körper, vielfach übertroffen, z. B. von manchen erratischen Blöcken, wiegt schon: Wasser 121 Centner 82 Pfund, Quarz 322 Centner 83 Pfund. Ein Würfel von 100 Klaftern Länge, Breite und Höhe enthält aber eine Million einzelner Kubikklaftern, und wiegt daher über 300 Millionen Centner. Dafs man bei solchen Gewichtsmassen auch die in der Analyse nur in wenigen Procenten gelie-

ferten Bestandtheile nicht vernachlässigen dürfe, ist wohl augenscheinlich.

Nehmen wir, mehrerer Uebersichtlichkeit wegen, ein Parallelepipedum von einer Quadratklaster Basis und zwei Fufs Höhe, so ist das Gewicht noch immer über 100 Centner, die als Vergleichung mit den bei der Analyse in 100 Theilen gefundenen Zahlen dienen können, wobei man den kleinen absoluten Unterschied gering achten kann. Ein solches Parallelepipedum von Krageröe Cordierit verliert bei seiner Veränderung zu Aspasolith 5 Centner 15 Pfund Talkerde, und nimmt dagegen 6 Centner 73 Pfund Wasser auf; dabei ist freilich ein Centn. Wasser nicht gerechnet, den die Analyse schon im Cordierit nachwies. Aber es ist ausserdem noch 1 Centner und 12 Pfund Kalkerde verschwunden, dagegen ein Centner und 83 Pfund Eisenoxydul hinzugekommen. Je gröfser die Massen sind, um so weniger darf man solche Ergebnisse der gewonnenen schätzbaren Resultate chemischer Kunst aufser Augen lassen. Allerdings wurde angenommen, die ursprüngliche Species und die Pseudomorphose seyen allein in jenem Parallelepipedo enthalten, während sie doch im Gemenge mit Quarz und Feldspath vorkommen. Gegen eine solche Betrachtung der einzelnen Gemengtheile dürfte sich wohl nichts erinnern lassen, da man, um auf das ganze Gestein zu schliessen, nur nöthig hat die approximativen Mengungsverhältnisse gleichfalls einer eigenen Betrachtung zu unterziehen. Unter den Gemengtheilen ist nur der Quarz ganz unveränderlich in seiner Mischung. Der Feldspath ist ebenfalls mancherlei Veränderungen unterworfen, und daher dürfte es wohl wichtig seyn, die mit dem Cordierit vorkommende Varietät genau mit derjenigen in chemischer Beziehung zu vergleichen, welche den Aspasolith begleitet, da wo diese nicht etwa an einem und demselben Stücke vorkommen.

Aus dem frischen Ansehen des Letzteren in dem gleichförmigen Gemenge mit den anderen Mineralspecies hat Scheerer geschlossen, dafs er ursprünglich gebildet sey. Der einfachste Schlufs, zu dem man gewifs ohne zu gewagte

Hypothese gelangt, ist der, daß von den hier im Gemenge vorkommenden Species gerade der Cordierit es war, den die verändernden wirksamen Stoffe zuerst anzugreifen vermochten. Daß aber das Ansehen der Pseudomorphose so durchaus gleichförmig, dicht und wie ursprünglich gebildet erscheint, beweist nur, daß der Vorgang mit großer Langsamkeit vor sich ging, und daß dabei ein jedes veränderte Theilchen ruhig an der Stelle liegen blieb, wo es als Product der Veränderung gebildet wurde. Aus dem Vorrathe der bekannten Pseudomorphosen können wir viele ähnliche Beispiele erwähnen, die Haytorite, welche eine so vollkommene Oberfläche zeigen, daß sie noch jetzt von einigen Mineralogen als ursprünglich gebildete Krystalle angesehen werden; ähnliche Hornsteinpseudomorphosen nach Kalkspath, von Baumgarten in Schlesien im K. K. Hof-Mineraliencabinet in Wien, die Steatite von Göpfersgrün nach Quarz, nach Dolomit und anderen Mineralspecies, die Serpentine, Steinmarke u. s. w., überhaupt diejenigen, bei welchen nicht krystallinische Species gebildet wurden, bei welchen also keine Individuen durch moleculare Anziehung neuerdings Mittelpunkte der Bewegung hervorbringen konnten.

Gleiche Form, oder vielmehr Einheit des Krystallumschlusses, und verschiedene Zusammensetzung im Kern und zunächst der Oberfläche, wie sie Scheerer an dem Cordierit und Aspasiolith von Krageröe beschrieben, und wie sie am Fahlunit von Fahlun, am Praseolith von Bräkke, vorzüglich am Chlorophyllit von Nordamerika so häufig vorkommt, deutet stets auf *zwei nach einander stattgehabte* Bildungszustände. Die von Scheerer gegebene Construction der Bildung giebt etwas durchaus Unbegreifliches. Sie verlangt *zuerst* den Kern von Cordierit mit aller vorhandenen, oder vielmehr disponibeln Talkerde, denn es finden sich doch in dem Gemenge noch andere talkerdehaltige Mineralien, wie Glimmer, und sodann um den Krystall zu ergänzen, noch Wasser anstatt der bis auf das Letzte verbrauchten Talkerde. Nun sind aber bei allen

Krystallen die den gut ausgeformten Ecken und Kanten zunächst liegenden Theilchen, die am vollständigsten krystallisirten, die durchsichtigsten, härtesten, während das Innere oft bei weitem nicht so rein erscheint. Hier aber zeigen gerade diese Theile keine Spur von Krystallisation. Sie sind nicht krystallisirt, und daher auch nicht in einer mit dem Kern gleichartigen Bildungsperiode, als höchster, als Vollendungspunkt des Krystalls zu betrachten. Diefes ist es, was allen unseren gegenwärtigen Kenntnissen von Krystallbildung widerstreitet. Uebrigens werden bereits zwei Perioden angenommen, die der Magnesia und die des Wassers, dann führt uns aber nur ein einziger Schritt weiter schon in das Reich der Metamorphose, welche zwei auf einander folgende entgegengesetzte Bildungszustände fordert. Wir haben *zuerst* die ursprüngliche Bildung des Krystalls, und seine Vollendung am vollkommensten gegen seine Oberfläche zu, da wo sich seine kleinsten Theile in dem ausgesprochensten Gegensatze molecularer Anziehung gegen die verschiedenartige Umgebung finden, welche eben durch die fortdauernde Aeufserung der Krystallisationskraft ausgeschieden werden, und sich selbst gegenseitig wieder zur Bildung anderer Mineralspecies, Quarz, Feldspath u. s. w., anziehen. *Nach* dieser Vollendung des Krystalls in der *Cordierit-Periode* tritt eine neue geognostische Stellung ein. Gerade von der Oberfläche der Krystalle nieder, wo also der ausgesprochenste Gegensatz von Krystall und Grundmasse ist, aber nun mit entgegengesetzter Intensität, beginnt eine neue Anordnung der Theilchen. Die früher activen Krystalle nehmen nun eine passive Rolle an. Sie verlieren einen Theil ihrer Magnesia, und Wasser tritt an deren Stelle.

Daubrée beobachtete »*Fahlunit*krystalle, von einer Bleiglanzrinde umgeben; ferner Krystalle der nämlichen Substanz, die einen Kern von Eisenkies oder Bleiglanz enthielten.« Er schlofs daraus, »dafs die Krystallisation des Fahlunits und wahrscheinlich auch der übrigen Substanzen,

zen), welche ihn begleiten, durchaus gleichzeitig mit dem Festwerden der Erznasse ist.¹⁾

Die Bildung der Krystalle ist es auch wirklich, aber nicht die der Fahlunithkrystalle, sondern die der Cordieritkrystalle, aus welchen sie durch Pseudomorphose entstanden sind. Man muß zwei Perioden unterscheiden, die der Bildung und die der Zerstörung der Krystalle. Auch in Orrijärwi, in Bodenmais kommt der unverwitterte Cordierit mit Schwefelmetallen vor, und beweist dadurch die gleiche (Phase) der Entstehung. In einer früheren Mittheilung über den Cordierit²⁾ habe ich mehrere Varietäten erwähnt, die mit Daubrée's Beobachtung übereinstimmen.

Ohne Zweifel war während der Cordierit Periode die Stellung des Gesteines hinlänglich tief oder central, um nach und nach im Verlaufe der allmäligen Krystallisation der dasselbe bildenden Gemengtheile alles Wasser auszuschcheiden. Bei der nachfolgenden Veränderung wurde in einer höheren Lage wieder Wasser in das Gestein hineingepreßt und vorzugsweise von dem Cordierit aufgenommen, der dadurch seine Selbstständigkeit verlor.

Man hat kein absolutes Maass für die Tiefen, bei welchen Veränderungen dieser Art stattfinden. Der Cordierit ist aber, nach Allem was bis jetzt von ihm bekannt geworden ist, in gewissen krystallinischen Gesteinen so weit verbreitet, und scheint zugleich so empfindlich gegen die wechselnden Zustände gewesen zu seyn, wie dieß die vielen im Eingange erwähnten Pseudomorphosen beweisen, daß man von ihm eine relative Maassbezeichnung übernehmen kann. Die Cordierit-Periode wird stets einen lehrreichen Vergleichungspunkt in der Geschichte der Granite und mancher anderer krystallinischer Gesteine bilden, während die der vollendeten Bildung des Pinits am weitesten davon entfernt ist. Als der Cordierit sich in Krystallen ausgeschie-

1) Scandinaviens Erzlagertätten, bearbeitet von Gustav Leonhard, S. 31.

2) Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, 4. Bd. (Ann. Bd. 67, S. 441) 1. 3. 23. 1851.

den hat, war wohl die Grundmasse häufig noch kein Granit, wenigstens nicht von der Beschaffenheit, in welcher er sich jetzt befindet, wo aus dem Cordierit Plinit geworden ist. Schwerlich würde sonst die Krystallgestalt so vollkommen ausgebildet zu erkennen seyn. Dafs man aber die Bildung der Pseudomorphosen überhaupt auf Veränderungen in der geognostischen Stellung beziehen mufs, in welcher die Gesteine sich befinden, welche sie umschliessen, ist wohl die einzig richtige und fruchtbringende Ansicht derselben. An einem andern Orte *) bezog ich im Allgemeinen den Vorgang dabei auf einen leicht mit einer solchen Veränderung in Zusammenhang zu bringenden Strom von eigenthümlicher Beschaffenheit, der gerade die nothwendigen Bestandtheile enthält, und dem andere mangeln, um eine gegebene Species aufzulösen, und eine andere an deren Stelle und in ihrer Gestalt zurückzulassen. Der Rückstand bleibt wie ein Niederschlag auf einem Filtro übrig. Hr. Prof. Scheerer hat eine ganz ähnliche Ansicht, S. 372, aus der genauen Kenntnifs der Verhältnisse in dem Falle einer Auflösung von kohlensaurer Talkerde in kohlensäurehaltigem Wasser gebildet. Eine solche Auflösung reagirt alkalisch, sie kann eine bedeutend kräftige Wirkung auf Silicatgesteine haben, und manche Basen durch Talkerde und Wasser ersetzen. Ohne Zweifel wird die von Scheerer erwähnte und von ihm beabsichtigte Auseinandersetzung dahin gehöriger Fälle aus der Umgehung von Arendal einen wichtigen Beitrag in der Erklärung der Pseudomorphosen überhaupt liefern, und es wird sich dabei mehrfach Gelegenheit finden, die Verhältnisse der einander ersetzenden Stoffe, insbesondere der Talkerde und des Wassers, zu prüfen. So wie die Bildung der Pseudomorphosen beruht, ja aber auch die Veränderung der Gesteine selbst auf immerwährendem Kreislauf der Materie. Wir können unbedingt

1) Ueber die Pseudomorphosen u. s. w. Abhandlungen der K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften, N. Folge, Bd. 3, Poggendorff 1845. (Ann. Bd. 62, S. 161 und 306.)

behaupten, daß jedes Handstück, das wir in unsere Sammlungen bringen, eine lange Geschichte der Bildung bezeugt. Sind ja doch die nachweisbar ursprünglichen Anfänge, geschmolzen und erkaltet, oder aus Wasser abgesetzt, oder ursprünglich den organischen Reichen angehörig, ungemessene Zeiträume hindurch frei der Einwirkung chemischer und mechanischer Kräfte preisgegeben, der gegenseitigen Atisgleichung den durch Zufall zunächst an einander gebrachten Stoffe, und den Strömen, welche veränderte Lagen in Temperatur und Druck bedingen.

Unbezweifelt sind z. B. die blasigen basaltartigen Gesteine Resultate eines rasigen Flusses. Sie sind ursprünglich durch vulkanische Thätigkeit geschmolzen. Die in der Grundmasse eingeschlossenen um und um ausgebildeten Augitkrystalle, eben so wie die Leucite heutiger blasiger Laven, waren ohne Zweifel eingewachsen gebildet, aber in einem Gesteine, das wir nicht kennen, das durch die Hingewahme des Druckes blasig geworden ist, ganz so wie in Flaschen eingepresste stark kohlensäurehaltige Flüssigkeiten beim Hinwegnehmen des Stöpsels sich plötzlich in Schaum verwandeln. Leucitkrystalle werden nach den neuesten Nachrichten oft ganz lose vom Vesuv ausgeworfen. Die basaltische Hornblende von Czernussin und anderen Orten im blasigen Basalt ist an der Oberfläche durch Schmelzung gerundet. Aber die Basalttufflager enthalten Bruchstücke und Geschiebe blasiger Massen voll Krystallen von Phillipsit und Kalkspath. Diese Krystalle waren noch nicht gebildet, als sich die geschmolzenen Massen aufblähten, auch nicht da, als sie bei dem Ausbruche unter Wasser zu Conglomeraten sich abrieben, und nahe an der Eruptionssstelle sich in Schichten absetzten, die großen Fragmente mit kleinen, alles von dem feinsten Schutt ausgeglichen. Nun erst beginnt die Ruhe, nun die Krystallisation. Geschmolzenes ist aufgeschlossen, die Kieselerde mit den Alkalien, so wie man künstlich die Vorbereitungen zu Analysen macht. Wasser durchdringt alles, aber in vollkommen ruhigem Zustande. Jeder Blasenraum ist von vollkommen klarem Was-

ser erfüllt. Frei bewegt sich das Auflösliche bis zu dem nächsten nur von Wasser erfüllten Raume, wo es, der Krystallisationskraft gehorchend, individuelle Form gewinnt. Nur das Gesteingertüste, um es so auszudrücken, ist indifferent oder nahe unbeweglich, das Wasser selbst ist durch den Druck gespannt, bewegt sich vielleicht in einer Richtung durch das Gestein langsam hindurch; aber in dem Wasser beweglich sind die fremdartigen auflöselichen Theile. Es kann kein schöneres Bild der dadurch hervorgebrachten Erscheinungen geben als die Isländischen Chalcedone und Opale, theils in senkrechten, tropfsteinartigen Gestalten, theils in horizontalen sedimentären Schichten das Innere der Blasenräume füllend. Der Chalcedon ist keine vulkanische Species, so wenig als die mannigfaltigen Zeolithen, wohl aber ist das Gestein, innerhalb dessen sie gebildet wurden, unmittelbar durch Schmelzung hervorgegangen. Bei diesen Chalcedonen und Zeolithen ist die Substanz offenbar nicht aus der Ferne hergeholt. Die Kieselerde war in einem durch Schmelzung aufgeschlossenen Zustande in dem blasigen Gesteine enthalten.

Was soll aber aus einer Schmelzmasse werden, die theilweise aus in Säuren unlöslichen Magnesia, Kalkerde- und Eisenoxydul-, oder alkalischen Silicaten, theils aus einer durch Alkalien aufgeschlossenen Masse derselben besteht, beide mehr oder weniger thonerdhaltig und zähe im Flusse, wenn sie unter Wasser sich selbst überlassen bleiben, ohne daß die auflöselichen Theile in Blasenräumen oder Klüften abgeführt und einzeln für sich ausgeschieden werden? Offenbar müssen sie möglichst den allgemein gültigen Gesetzen krystallinischer Anziehung folgen. Der Feldspath, Augit, der Magnesit, der Olivin bleiben unverändert, alles Uebrige schließt mit einem Antheil Wasser zusammen und bildet zeolithartige Körper, wie uns dies zuerst Christian Gmelin beim Phonolith und Basalt lehrte ¹⁾. Nach Kennedy und Girard bildet der Wassergehalt den Hauptunterschied

¹⁾ v. Leonhard's Basaltgebilde, Bd. I, S. 266. — Rammelsberg, S. 76.

zwischen Basalt und Lava. Löwe fand, daß auch die Lava zum Theil durch die Schmelzung in aufgeschlossenem, durch Säuren zerlegbarem Zustande sich befindet. Den zeolithartigen Bestandtheil fand Löwe nach der chemischen Formel bei dem Basalt von Wickerstein bei Querbach in Schlesien dem Thomsonit nahe. Girard betrachtet sie als Gemenge von Mesotyp und Nephelin¹⁾; nach C. Gmelin ist der Phonolith mehrerer Berge aus Feldspath und einer mesotypähnlichen Species gebildet. Es mag nicht immer nur eine Species seyn, die in dem Gemenge enthalten ist. Von Basalt und Phonolith stehen den Producten unmittelbarer Schmelzung noch am nächsten. Aber sie sind nicht der Einwirkung der Kräfte entzogen. Kommen sie in Verhältnisse, welche die Aufnahme von Wasser erleichtern, während einige ihrer Bestandtheile hinweggeführt werden, so bleiben als Rest *Eisenthon*, *Bol*, *Wacke* und andere dergleichen Körper übrig, wie dies wohl einem Jeden bekannt ist, der auch nur einmal mit Aufmerksamkeit die Basalttuffablagerungen untersucht hat.

Weniger leicht erscheinen die Veränderungen in entgegengesetzter Richtung, wo nämlich auch der Wassergehalt, den sie schon besitzen, wieder verschwinden kann, und zugleich noch andere Verwandtschaften der einzelnen Bestandtheile reger werden, wie wir sie bei dem gewöhnlichen Druck unserer Atmosphäre in den Laboratorien nicht kennen. Phonolith von Hauenstein in Böhmen, im Feuer eines Porcellanofens geschmolzen, giebt ein gut geflossenes schwarzes Glas, einen wahren Obsidian, schwach geglätt, zeigt er, ohne die Form zu verlieren, auf die überraschendste Weise das Ansehen eines Trachytes. Die kleinen Krystalle von glasigem Feldspath, von Amphibol bleiben bei der geringen Glühhitze unverändert. Die Aehnlichkeit beider in geologischer Hinsicht hat Cotta sehr treffend durch die Bemerkung bezeichnet: „Der Phonolith ist in der That vielleicht nur eine Modification, ein veränderter Zustand des Trachytes.“ Bekanntlich sind die Bestandtheile dieser drei Körper in den sehr abweichenden

1) Rammelsberg, S. 81. *sigloosd haw sigagood ob dududul* (1

Varietäten, in welchen sie gefunden werden, sämtlich den Mischungsverhältnissen des Feldspaths, vorzüglich dem Kali- und Natronfeldspath, oder Gemengen aus beiden nahe. Der größere Kalkgehalt nähert einige Obsidiane und die Perlsteine den Mischungsverhältnissen der Oligoklase, Labrador und anderer Feldspatharten. Ist der Schluss zu gewagt, wenn man annimmt, daß gewisse Trachyte in ihrer mineralogischen Beschaffenheit einst Phonolithe waren? *Bimsstein*, nach Ehrenberg Kieselpanzer von Infusorien enthaltend, ist durch unmittelbare Einwirkung des Feuers gefrittet, zum Theil lagenweise zu *Obsidian* geschmolzen. *Perlstein* besteht aus Obsidiankörnern, den schnell gekühlten Glastropfen analog, von Glashäutchen concentrisch umwickelt. Aber in den Massen beginnt die Bildung von Ryakolith, Feldspath, Albit, oder von Individuen, die nach Abich die alkalischen Basen dieser Species in mancherlei verschiedenen Verhältnissen vereinigen; von Glimmer in sechsseitigen Tafeln, selbst schon von Augit und Amphibol. Die weniger krystallinische Masse wird entglast. Sphärolit bildet sich erst in traubigen krystalloidischen Massen, und breitet sich dann durch den ganzen Körper aus, der nun wenig durchscheinend ist, muschligen Bruch besitzt, und *Trachyporphyr* genannt werden muß. Nichts ist leichter, als der Beweis dieses Ueberganges in dem Hliniker Perlsteinberge. Soll denn aber der *Basalt* allein uns ewig in dieser Richtung unverändert erscheinen? Gustav Rose hat den Amphibol pseudomorph nach eingewachsenen Krystallen des Augits bewiesen. Haben wir nicht im *Uralitporphyr*, so wie im *Melaphyr* selbst einen Fortschritt der Veränderung. Der Uralitporphyr aus Tyrol enthält häufig kohlen sauren Kalk, indem er deutlich in Säuren braust. Er enthält auch kleine Parthien von neugebildetem Schwefelkies, und hin und wieder strahlig aus einander laufende Gruppen von Epidothadeln. v. Leonhard 1) führt, nach v. Bibra, die Analyse eines Augitporphyrs vom Steigerwald in Franken

1) Lehrbuch der Geognosie und Geologie. 1846. S. 74. Journal (I

an, der mehr als zu einem Drittel seiner Masse aus Kalkerde und Talkerde im kohlensaurer Zustande besteht. Ram-
melsberg fand in der pseudomorphen Grünerde nach Augit von Bußau im Fassathal, also in einem Gesteine das einst *Melaphyr* gewesen ist, 15,24 Proc. kohlensaurer Kalk und 8,67 Proc. Alkali und Wasser. Er bemerkt: »Ihr Alkaligehalt läßt sich aus dem, was wir über die Mischung der Augite wissen, nicht erklären«¹⁾.

Die Gegenwart von kohlensaurem Kalk, in den Pseudomorphosen nach Feldspath von Ilmenau, durch Crasso nachgewiesen, gehört zu einer gleichen Klasse von Veränderungen, die den Porphyry so gut betreffen als den Melaphyr.

Man hat kürzlich in Tyrol »krystallisirten Asbest« gefunden. Was ist dieser krystallisirte Asbest? Nichts anderes als in kleinen eingewachsenen Massen der Rest von »Uralitkrystallen«, das heißt von Amphibolpseudomorphosen nach den gewöhnlichen Augitkrystallen, wie die vom Monzon und von anderen Orten im Fassathal. Drei Stücke, ein gewöhnlicher Melaphyr, ein Uralitporphyry und der »krystallisirte Asbest« bilden einen vollständigen unbezweifelbaren Uebergang in der Zeit der Bildung. Aber die Asbestparthien liegen in einer Grundmasse, die sehr verschieden ist von der schwarzen gleichartig scheinenden der zwei ersten Gesteine. Sie besteht aus einem hellen grünlich-grauen Gemenge von Asbest in feinen Nadeln, genau den eingewachsenen krystallähnlichen Parthien gleich, und Epidot. Hier sind die Bestandtheile zu erkennbaren krystallinischen Individuen zusammengetreten und bilden einen nicht zurückzuweisenden Fortschritt aus den nahe verschwindend gemengten zu den krystallinischen Gesteinen.

Insbesondere tritt gleichzeitig mit der Bildung von Kalkspath und Schwefelkies die Krystallisation von Epidot hervor. Das Gemenge von Kalkspath, Amphibol und Epidot, vielleicht hier gerade nur zufällig ohne den Schwefelkies der Zwischenstufe, noch genau in den räumlichen Verhältnissen eines wahren Basalts mit eingewachsenen Augitkry-

1) Handwörterbuch, S. 69.

stallen, bietet unzweifelhaft einen schönen Beleg zu der Metamorphose der Gebirgsschichten nach ihrer ersten Ablagerung, und zwar in den drei Perioden: 1) der *Basalt-* oder *Augit-* Periode, 2) der *Uralit-* Periode, und der beginnenden Entmischung, 3) der *Epidot-* Periode, bei der dieselbe vollendet ist, oder wenigstens eine neue krystallinische Anordnung der Theilchen durchaus stattgefunden hat. Die Species des Amphibols reicht durch die beiden letzteren Perioden hindurch.

Leopold v. Buch, der Führer in der Lehre des Metamorphismus, der den Dolomit zuerst als metamorphisch gebildet erkannte, hat auch hier so mancher Beobachtungen mitgetheilt, bei denen ich gerne verweile. In seinem Briefe vom 1. April 1824¹⁾ macht er auf das häufige Zusammenkommen von Amphibol und Schwefelkies aufmerksam: »feinkörnige, oder gar dem Auge ganz dicht erscheinende Massen — gehören sie der Hornblende — werden von häufigen Eisenkies-Einmengungen nie frei seyn. Ist das Gestein feinkörniger Augit, Anthophyllit oder Hypersthen, so wird Eisenkies nicht leicht erscheinen, und auf keinen Fall so häufig und bestimmt, als in feinkörnigen Hornblende-Gesteinen.« Erst lange darnach haben Rose, Köhler, Regnault und Andere den Anthophyllit und Hypersthen von mineralogischer und chemischer Seite genauer kennen gelehrt. Aber L. v. Buch's Bemerkung hat dadurch nur an Schärfe gewonnen.

Gleicherweise deutet er auf die Wichtigkeit des Vorkommens von Epidot in den Mandelsteinen des Augitporphyrs vom Monzon²⁾: »Und diese Mandelsteine zeigen jetzt eine Eigenthümlichkeit, welche gar genaue Beachtung verdient, weil sie leicht uns noch einst zu einem Leitfaden durch die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen dienen kann.« Es erscheinen nämlich dort keine Zeolithen mehr;

1) Ueber geognostische Erscheinungen im Fassathale, in v. Leonhard's Taschenbuch. 1824. S. 345.

2) A. a. O. S. 373.

sondern bloß Epidot mit Kalkspath in den Mandeln. Der Augitporphyr nimmt so einen andern Charakter an, und seine Verwandtschaft mit basaltischen Gesteinen verschwindet immer mehr. (Die Augitporphyre ist eine Gattung, die in einer andern Stelle) bemerkt L. v. Buch, daß in den Augitporphyren von Ilfeld keine Zeolithe vorkommen, daß sie also zu der Abtheilung gehören, die er *Epidotporphyre* nennen möchte, weil Epidot in Trümmern, Nieren und Mandeln in ihnen und in allen nahe liegenden Gebirgsarten in großer Menge erscheint, wenn die Kieselsäure nicht vorkommt. Dies alles, ungeachtet Epidot aus der Gegend von Ilfeld nicht angeführt werde, und er selbst ihn auch dort nicht gesehen. Der Charakter des Gesteins ist also hier an das Vorkommen des Epidots geknüpft, und mit diesem als gleichgeltend genommen, so wie dies oben durch die Annahme einer *Epidot-Periode* in der Metamorphose der basaltischen Gesteine geschehen ist. Wer sollte bei diesen an kleinen Individuen beobachteten Umänderungen nicht an die andere von Gustav Rose nachgewiesenen Uralitbildung, die an den aufgewachsenen Krystallen von Arendal, denken, die ja eben auch häufig von Epidot in Kalkspath begleitet und von dem letzteren eingeschlossen sind? Aber hier ist Alles in einem großen Maafsstabe ausgeführt. Ich besitze ein Stück daher: Eine Druse von Augitkrystallen, einen Viertelzoll groß, innerhalb großen Individuen von Epidot und von schwarzem großblättrigen Amphibol. Aber der „Augit“ zeigt im Innern die Theilungsblättchen des Amphibols, und ist an den Seiten von den scharfen Prisinenkanten des Amphibols überragt, so wie dies Rose beschreibt, besonders an den Berührungsstellen mit dem Epidot, der selbst hin und wieder in den Raum der ehemaligen Augitkrystalle hineinreicht. Hat man erst jene Reihe der Tyroler Varietäten gebildet, und trifft nun hier den einen Endpunkt derselben, wenn auch in einem großen Maafsstabe, dann wird es wohl natürlich, rückwärts zu fragen, in welchem Zustande

1) A. d. S. 490. die Bemerkungen beigefügt werden.

wohl die Arndaler Lagerstätte früher gewesen seyn mag, zu der Zeit als der Augit frisch krystallisirte, der zuletzt während der neuen Bildung von Amphibol, Kalkspath und Epidot zu Grunde ging? Die Analogie darf bei einem Schlusse nicht übersehen werden, aber es möge vorerst nur die Andeutung ausgesprochen seyn.

Wenn es nun auch hier in einem einzelnen Falle aufgeschoben bleiben muß, so scheint es doch bereits an der Zeit zu seyn, an einem andern Orte die wahrscheinlichen oder möglichen Veränderungen in dem Bestand aller Gesteine unter den verschiedenen Gesichtspunkten bekannter ursprünglicher Bildung, der Reduction und Oxydation in Folge von Druck und Temperatur mit Rücksicht auf den Austausch von Bestandtheilen, welcher durch den feuchten oder durch den durch Hitze erweichten Zustand der Gesteine während ihrer Umbildung vermittelt wird, an der Hand der bereits bekannten Pseudomorphosen für sich zu betrachten. Manche wichtige Zusammenstellung kann nicht fehlen, aber Vieles wird auch dann sich erst als Aufgabe herausstellen, die noch ihre Lösung erwartet.

Die Frage der Bildung von Aspasolith, von Fahlunit, von Bonsdorffit nach Cordierit, im weiteren Verlauf die Bildung von Pinolith oder von zweiaxigem, von Kaliglimmer, mit einem Wort, die Frage der Bildung des wahren eigentlichen Granits reiht sich unmittelbar an Forschungen dieser Art an. Daher schien es mir wünschenswerth, mit den theoretischen Betrachtungen Scheerer's, die selbst auf seinen Untersuchungen des Cordierits von Krageröe und des Aspasoliths beruhen, möglichst bald die Resultate der mineralogischen Untersuchung, welche sich mir darboten, in Zusammenhang zu bringen.

Die Nachweisung dieser Verbindung ist der Hauptzweck der gegenwärtigen Mittheilung gewesen, und die bedeutende Ausdehnung, welche Scheerer seinen Betrachtungen gegeben hat, ist daher auch für den Metamorphismus wichtig. In Bezug auf die Isomorphie dagegen mögen hier noch ein Paar Bemerkungen beigelegt werden, die man nicht unge-

gründet finden wird, und die sich auf einzelne Beispiele beziehen.

Hermann's Pyrophyllit und der Pinit aus der Auvergne haben im Wesentlichen dieselbe Formel $3(R)Si + 2R'Si$. Aber wer kennt die Form des ersteren, und der letztere ist pseudomorph. Darf man auch die Procentgehalte für

	Pyrophyllit	und	Pinit.
Talkerde	4,0	Talkerde und	
Eisenoxydul	1,6	Manganoxydul	3,76
Wasser	5,62	—	1,41
Kali	—	—	7,89
Natrum	—	—	0,39

wofür der Ausdruck (R) gebraucht wird, wirklich gleich oder gleichbedeutend setzen?

Chlorophyllit und Ottrelith haben die gleiche Formel $(R)'Si + AlSi$, und angeblich auch »gleiche Krystallform, eine hexagomale Säule.« Aber der erstere ist pseudomorph, der letztere, bisher noch sehr wenig genau beschrieben, die Krystallform insbesondere gänzlich unbekannt.

Fahlunit und Esmarkit haben die Formel $(R)'Si + 2AlSi$, welches die Epidotformel ist, die auch der Mejonit besitzt. Die beiden ersteren sind amorph, pseudomorph nach Cordierit gebildet, der Epidot ist augitisch, der Mejonit pyramidal.

Bei den Schlüssen in Bezug auf Isomorphismus sollte man wohl billig vorerst die Form genau kennen, nur dann ist man dieser Schlüsse sicher. Wie schön ist nicht die Reihe der durch RR ausgedrückten Verbindungen? Spinell, Automolith, Magnet Eisenstein, Chromerz, Franklinit, Dysluit, denen sogar im Kobaltkies von Müssen (Linnéit) Frankenheim eine Schwefelverbindung RR mit Beifall angereicht hat. Was bleibt aber übrig, wenn man die Form gar nicht kennt? Die schönsten Zusammenstellungen enthalten dann der Begründung. Dasselbe gilt von amorphen

Körpern. Selbst die absolute Uebereinstimmung der Formeln dürfte nicht als Isomorphie zugegeben werden. Aber diese Formeln, wenn sie nicht sehr einfach sind, deuten auch auf Gemenge, und haben daher nahe keinen Werth; in den besten Fällen aber reichen sie lange nicht an die Ueberzeugung und das Interesse hinan, welche die Mischungsformeln vollkommen krystallisirter Individuen und Mineral-species gewähren.

Zu spät, als dafs ich noch die entwickelten Ansichten in meinem Aufsatz »Ueber Cordierit« benutzen konnte, aber in vieler Beziehung übereinstimmend urtheilt Hausmann über die beiden Körper *Bonsdorffit* und insbesondere *Pinit*, indem er sie dem *Dichroit* in einem Anbange als unreine Formationen beordnet.

»Shepard hat neuerlich die Meinung geäußert, welche seit längerer Zeit auch die meinige gewesen, dafs der *Pinit* zum *Dichroit* gehöre.« (Amer. Journ., 1841, Oct. — Ann. d. min., 4. S., T. III, p. 787.) Hausmann betrachtet ferner mit Bestimmtheit, genau wie es in meinem früheren Aufsatz nachgewiesen ist, die Krystallform des *Pinit* übereinstimmend mit der des *Cordierits*, als in das orthotype System gehörend, mit einem Prisma von nahe 120° . Endlich erwähnt er, dafs, wenn man sie als zusammengehörende Formationen betrachte, die Talkerde des *Dichroits* im *Pinit* durch Kali ersetzt seyn müsse. »Die übrigen Abweichungen in der Mischung dürften wohl fremdartigen Beimengungen, vielleicht auch zum Theil, namentlich was den Wassergehalt betrifft — einer Umänderung der ursprünglichen chemischen Zusammensetzung zuzuschreiben seyn.« Hier ist also gleichfalls der Gang der Pseudomorphose wenigstens angedeutet, der, glaube ich, der einzig richtige in der Betrachtung dieses Körpers ist. Wenn ich hier am Schlusse gern bei dieser Uebereinstimmung der Ansichten verweile, so geschieht es vorzüglich darum, weil die Frage mir von der allergrößten, folgereichsten Wichtigkeit in der Theorie der metamorphischen Bildung der Gebirgsgesteine erscheint.

VIII. Ueber den Neolith, ein Mineral jüngster Bildung, von Th. Scherer in Christiania.

Die Oryktognosie unserer Zeit hat es sich zu ihrer Hauptaufgabe gemacht, die physischen und chemischen Eigenschaften der Mineralspecies bis in's Detail zu erforschen; sie betrachtet die Mineralien als ein Gegebenes, und umgeht auf diese Weise das Problem ihrer Entstehung. Die Mineral-Genesis ist uns daher größtentheils noch eine terra incognita geblieben, von der zwar mancherlei fabelhafte Gerüchte, aber nur wenige glaubhafte Nachrichten verlauten. Da die Bildung der einzelnen Mineralspecies auf das Innigste mit der Bildung der Gebirgsarten verknüpft ist, so fragt es sich: soll die Oryktognosie in der gedachten Beziehung Aufschlüsse von der Geognosie, oder die letztere solche von der ersteren erwarten? Gewiss wird Niemand in diesem wichtigen Punkte der einen dieser Wissenschaften nur die Rolle der fragenden, und der anderen die der antwortenden zuerkennen wollen; eine derartige einseitige Vertheilung wäre hier ganz am unrechten Orte, denn beide Wissenschaften sind eng mit einander verschwistert, jede kann viel von der andern lernen, und keine sollte sich ohne die andere aufs Forschen begeben. Wo letzteres geschah, ist das Verirren selten ausgeblieben.

Die Geschichte der Bildung unserer Erdrinde ist uns in dem Felsenbau in Schriftzügen aufgezeichnet, welche, obschon sie uns bisher zum großen Theile unverständlich blieben, es doch hoffentlich nicht immer bleiben werden. Um dahin zu gelangen, die geologischen Prozesse einer präadamitischen Zeit zu verstehen, dürfte es von Allem erforderlich seyn, daß wir das noch heute thätige Wirken der Naturkräfte im Mineralreiche zu erforschen suchen. Zwar ist es keineswegs gesagt, daß die Natur im Laufe der Zeiten ihre Schöpfungsweise nicht geändert habe, und es drängt sich uns sogar als im hohen Grade wahrschein-

lich auf, daß die schaffende Kraft ähnlichen Modificationen unterworfen gewesen ist, wie das in verschiedenen geologischen Perioden von ihr Geschaffene; aber wenn die Naturthätigkeit auch als keine unveränderliche betrachtet werden kann, so scheint sie sich doch stets innerhalb der Grenzen einer gewissen Analogie zu halten. Das Studium der neueren und neuesten Mineralbildungen kann uns daher, wenn auch keine vollständigen Aufschlüsse, doch wenigstens Winke über die Entstehung der älteren Bildungen dieser Art ertheilen; es kann uns einzelne Buchstaben in jener Hieroglyphenschrift des Felsenbaues kennen lehren, und uns auf solche Weise vom Buchstabiren allmählig zum Lesen bringen.

Daß sich verschiedenartige Salze an gewissen Theilen der Erdrinde noch gegenwärtig erzeugen, ist eine bekannte Thatsache; es sind dies besonders Salze der Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure und Arseniksäure. Das Studium der Bildung derselben hat uns bereits manchen werthvollen Fingerzeig in Bezug auf die Entstehung analoger älterer Mineralbildungen verschafft. Unter den genannten Säuren jener Salze vermissen wir aber gerade diejenige, deren chemische Rolle bei der Bildung der Erdrinde unläugbar die wichtigste gewesen ist, nämlich die Kieselsäure. Unsere Erfahrungen in Betreff der Entstehung kieselsaurer Verbindungen sind fast noch immer ausschließlich an die Vulcane und Schmelztiegel gewiesen, und da ist es dann kein Wunder, daß wir beim Anblicke von Silicaten so gern an's Feuer denken. Sowohl die geognostischen als die oryktognostischen Beobachtungen neuester Zeit stellen es aber immer unabweisbarer heraus, daß man hierbei in der Hitze zu weit gegangen ist. Dies dürfte jedoch verzeihlich seyn, denn die Naturprocessen der Gegenwart geben uns nur sehr geringe Gelegenheit, die Entstehung der Silicate auf einem anderen Wege als dem feurigen zu beobachten. Die Periode, in welcher die Natur Silicate auf dem nassen Wege hervorbrachte, scheint fast ihre Endschaft erreicht zu haben. Daß dies nicht gänz-

lich der Fall ist, wird so viel ich weiß, nur durch Auferst wenige Beispiele bewiesen. Der gegenwärtige Aufsatz ist dazu bestimmt, die sehr kleine Anzahl dieser Beispiele um eins zu vermehren.

Das Silicht, von welchem hier die Rede seyn wird, und welches ich in Bezug auf seine jugendliche Entstehung, *Neolith* genannt habe, bildet sich bis auf den heutigen Tag in einer Eisensteingrube der Arendaler Gegend. Die Aslakgrube, so heisst dieselbe, liegt etwa 1½ geogr. Meilen nordöstlich von Arendal, auf der westlichen Seite des Tromsø Sundes. Sie ist eine der sogenannten Näskilgruben, welche in kurzen Distanzen von einander, auf einer im amphibolitischen Urgneuse¹⁾ eingelagerten Magnet Eisensteinmasse, oder vielmehr auf mehreren solchen mit einander verketteten Massen, angelegt sind. Der ganze über 70 Lachter tiefe Grubenraum bildet eine gröfse zu Tage aus schmaler werdende Weitung, deren beträchtlichste horizontale Dimension parallel dem Streichen der Gneusschichten läuft. Zur Verhinderung des Einströmens von Tagewässern ist die Grube überbaut (überbühnt); nichts destoweniger ist sie sehr wasserreich, was von unterirdisch zulaufendem Wasser herrührt. Der gröfste Theil dieses Wassers scheint von nahe liegenden ersoffenen Gruben herzukommen, namentlich von der dicht neben ihr befindlichen, ganz unter Wasser stehenden Gamle Mörefjærgrube, welche noch beträchtlichere Dimensionen als die Aslakgrube besitzt. Ihre Tageöffnung hat etwa 20 Lachter Länge und 14 L. Breite, und ihre Teufe soll 90 L. betragen. Nach der Aussage des Steigers vergrößern sich die erstgenannten beiden Dimensionen nach unten hin sehr bedeutend. Dafs die in dieser Grube angesammelte, gegen 600 Fufs hohe Wassermasse sich in der Tiefe, mit einem nach allen Seiten hin wirkenden Drucke, einen Ausweg zu verschaffen und daher das Gestein zu durchdringen strebt, ist eine unmittelbare Folge des Gesagten. Dieser Druck beträgt an den

1) Derselbe ist annähernd senkrecht geschichtet, und hat ein Streichen in ungefähr hor. 6.

tiefsten Stellen, wenn wir dieselben in dem genannten Ab-
 stande unter der oberen Wasseroberfläche annehmen, über 20
 Atmosphären. Mit einer theilweise so hohen, theilweise
 weniger hohen Pressung scheint sich nun das Wasser der
 Gamle Mörefjärgrube und vielleicht auch anderer Gruben
 und Wasseransammlungen einen Weg nach der Aslakgrube
 gebahnt zu haben. Hier hält es Theile der Felswände be-
 ständig nass und rieselt an denselben hernieder. — Die Ge-
 birgsarten, durch welche das Wasser seinen Lauf nehmen
 muß, um zur Aslakgrube zu gelangen, sind, obgleich fast
 ohne Ausnahme dem Urgneuse angehörig, dennoch von sehr
 verschiedener Art, und stimmen nur allenfalls darin überein,
 daß alle mehr oder weniger amphibolitische und augitische,
 oder doch talkerdehaltige Gemengtheile bei sich führen.
 Die eine der beiden größeren Grubenwände, und zwar die-
 jenige, durch welche das Wasser vorzugsweise hereindringt,
 besteht hauptsächlich aus einer Feldspath- (Orthoklas-)
 Masse, in der stellenweise, im Ganzen jedoch nur sparsam,
 Augit und Hornblende eingesprengt vorkommen. Hinter
 dieser Feldspathparthie, welche die Form eines senkrecht
 stehenden Lagers zu haben scheint, liegen schmale Zonen
 anderer Gebirgsarten, namentlich Glimmerschiefer (oder
 vielmehr ein glimmerreicher Gneus), ferner eine schwarz-
 grüne eigenthümliche Gebirgsart mit zahlreichen, zum Theil
 parallel liegenden Glimmerblättern in einer dichten glanz-
 losen Grundmasse, und endlich ein porphyrtartiges Gestein
 von mehr oder weniger dunkelschwarzer Farbe. Letzteres,
 welches von besonderer Wichtigkeit für uns ist, will ich
 hier näher beschreiben. In der theils grünlich, theils bräun-
 lichschwarzen, derben Grundmasse desselben sind zahlrei-
 che erbsengroße und kleinere Krystalle eines pechschwar-
 zen Minerals eingesprengt, welches in den augitischen oder
 amphibolitischen zu gehören scheint. Wegen der sehr un-
 vollkommenen Entwicklung jener Krystalle, und des in hö-
 herem oder geringerem Grade zersetzten Zustandes, in wel-
 chem sich fast die ganze Masse des Gesteins befindet, habe
 ich es bisher nicht vermocht dieses Mineral näher zu be-
 stim-

stimmen. Mehrere Umstände sprechen dafür, daß das geognostische Verhältniß dieser porphyrtigen Gebirgsart zum Urgneuse ein abnormes ist. Hierauf, wie auf den petrographischen Charakter des Gesteins, kommt jedoch bei unserem Zwecke wenig an, sondern in dieser Beziehung genügt es zu wissen, daß sowohl jene glimmerführende als diese porphyrtige Gebirgsart reich an Talkerde sind, und daß vorzugsweise die letztere dieser beiden Gebirgsarten eine sehr wesentliche Veränderung ihres Zustandes erlitten hat. Dieß giebt sich dadurch zu erkennen, daß Stücke derselben, wenn sie eben aus der Grube kommen, ganz von Feuchtigkeit durchdrungen sind, und nach kurzer Zeit, gleich einer austrocknenden Thonmasse, Sprünge bekommen, die sich so lange vermehren und vergrößern, bis sie die gänzliche Zerbröckelung der Masse veranlaßt haben. Nach Verlauf mehrerer Tage oder Wochen (in den heißen Sommermonaten geht dieß besonders schnell) hat sich auf diese Weise ein Haufen scharfkantiger Bruchstücke in ein grauschwarzes Pulver umgewandelt. Der Grund dieses eigenthümlichen Verhaltens kann aus dem bereits Gesagten entnommen werden; derselbe kann wohl kaum ein anderer seyn als der, daß das dieses Gestein durchrieselnde Grubenwasser zersetzend und auflösend auf dasselbe einwirkt, es dadurch porös macht und die gebildeten Poren mit Wasser erfüllt. In diesem Zustande besitzt die Masse noch einen ziemlich festen Zusammenhang; verdunstet aber das Wasser an der Luft, so vermindert sich derselbe allmählig, das Volum der Stücke schwindet, es entstehen Sprünge, und zuletzt tritt gänzlichliches Zerfallen ein.

Das Wesentlichste des eben geschilderten Herganges läuft also darauf hinaus: daß das in die Aslakgrube eindringende Wasser auf seinem Wege dahin talkerdereiche Gesteine durchdringt und diesen einen Theil ihrer Bestandtheile entzieht. Daß dieß wirklich der Fall ist, giebt sich nicht bloß durch den zersetzten Zustand der betreffenden Gebirgsarten, sondern am unmittelbarsten dadurch zu erkennen, daß das die Feldspathwand durchrieselnde Was-

ser ein talkerdereiches Mineral, den Neolith, in grofser Menge absetzt. Der Feldspath selbst wird hierbei in hohem Grade verändert, theils zu einer kaolinartigen, theils zu einer sich fettig anfühlenden, specksteinähnlichen Masse. Leider konnte ich den so metamorphosirten Orthoklas keiner genauen chemischen Prüfung unterwerfen, weil es mir bisher nicht gelang, hinreichend reine Stücke desselben zu erhalten. Entweder nämlich schließt der veränderte Feldspath Partikel von weniger verändertem Feldspathe ein, oder seine ganze Masse zeigt sich so von der des Neoliths durchdrungen, dafs sich der erstere unmöglich rein ausscheiden läfst.

Der Neolith wird hauptsächlich in zweierlei Gestalt angetroffen, entweder krystallinisch oder, wenigstens anscheinend, amorph. In dem krystallinischen Zustande bildet er zarte Blättchen und Fasern, welche theils fächer-, theils büschel- oder sternförmig von einem Centrum auslaufen, theils parallel an einander gefügt sind. Krystallinische Massen der ersten Art scheinen nur in Sprüngen, nie auf der Oberfläche des Feldspaths vorzukommen; Sprünge von $\frac{1}{4}$ bis 1 Linie Breite sind zuweilen ganz mit derselben ausgefüllt, mitunter enthalten sie aber auch nur zerstreut liegende Sterne ¹⁾. Die ganze Art dieses Vorkommens erinnert sehr an Wawellit. Die parallelfasrige krystallinische Varietät scheint sich besonders da gebildet zu haben, wo das Wasser von überhängenden Theilen der Grubenwand *herabgetropft*, nicht aber, wie an senkrecht oder steil stehenden, ruhig daran *herabgeflossen* ist. An Stellen der letzten Art hat sich der Neolith in Gestalt eines anscheinend amorphen, auf der Oberfläche fast spiegelblanken Ueberzuges abgesetzt. Von einem solchen Ueberzuge zeigen sich lose Steine, welche an dazu günstigen Punkten der Grube lagen, gleichsam wie von einer Firnissschicht ringsum über-

1) Auf diese Parthien wurde ich erst aufmerksam, als ich meine, bei der Aslakgrube gesammelten Stufen zu Hause einer näheren Betrachtung unterwarf; ich besitze deshalb nicht mehr davon, als mir der Zufall in die Hand geführt hat.

kleidet. Die Dicke dieser Neolithschichten geht von der eines Papiers bis zu einem Zoll und darüber. Die dicksten pflegen die parallelfasrigen zu seyn, welche bisweilen mit tropfsteinartigen Contouren angetroffen werden. Aufserdem bildet sich der amorphe Neolith, der wohl eigentlich als ein zusammengedrängtes Haufwerk äusserst kleiner Blättchen und Fasern betrachtet werden mufs ¹⁾, auch im Innern des zersetzten Feldspaths, indem er ausgewaschene Räume in demselben erfüllt und sein Volumen hier in dem Maasse vergrößert, als ihm der Feldspath Platz macht. Auf diese Weise wird die Masse des letzteren an einzelnen Stellen allmähig ganz in Neolith metamorphosirt.

Die übrigen geognostischen Charaktere des Neoliths sind folgende. Die Härte des deutlich krystallinischen läßt sich schwierig genau bestimmen; sie scheint etwa die des Talkes zu seyn. Das anscheinend amorphe Mineral, besonders das im Innern des zersetzten Feldspaths vorkommende, besitzt, wegen seiner weniger dichten und mit Feuchtigkeit erfüllten Masse, einen noch geringeren Härtegrad. Es läßt sich ganz so schneiden wie Seife, und fühlt sich eben so fettig an. Die Farbe des Neoliths ist Grün in verschiedenen Nüancen, namentlich bräunlich und schwärzlich Grün bis fast Schwarz. Sein Glanz zeigt sich, je nach den früher erwähnten verschiedenen Zuständen des Minerals, von ungleicher Beschaffenheit. Die krystallinischen Parthien haben theils Fettglanz, theils Seidenglanz; die anscheinend amorphen sind auf dem Bruche wenig glänzend bis matt, nehmen aber, mit dem Fingernagel gestrichen, Fettglanz an. Der glas- oder firnifsartige Glanz, welchen der als glatter Ueberzug vorkommende Neolith auf seiner Oberfläche besitzt, kann wohl nicht eigentlich dem Minerale selbst beigelegt werden, sondern steht mit der zufälligen mechanischen Gruppierung seiner Partikel im Zusammenhange. Das spec. Gewicht des vollkommen getrockneten Neoliths ist = 2,77. Also auch hierin, wie in allen seinen anderen

1) Später angestellte mikroskopische Untersuchungen haben dies bestätigt.

Eigenschaften, steht der Neolith dem Talke nahe, dessen reinste Varietäten ein spec. Gewicht von 2,74 besitzen.

Durch lange fortgesetztes Trocknen bei 100° C. verliert der Neolith, besonders der scheinbar amorphe, eine beträchtliche Menge hygroskopischen Wassers und wird dabei lichter von Farbe; war derselbe zuvor bereits licht gefärbt, so wird er fast weiß, mit einem kleinen Stich in's Grünliche. Das in sternförmigen und ähnlichen Gruppen krystallisirte Mineral verändert, wegen seiner festeren Masse, seine Farbe am wenigsten, und erhält dieselbe durch bloßes Anhauchen wieder. Bei den ausgetrockneten, aus einem krystallinischen Haufwerk bestehenden Stücken tritt diefs ein, wenn man sie in Wasser legt. Sie saugen daselbe unter Entwicklung zahlreicher Luftblasen so begierig an, daß sie dabei zerbersten und zu kleineren Stücken zerfallen.

Nachdem ich durch eine qualitative Probe gefunden hatte, daß der Neolith hauptsächlich aus Si, Mg, Al, Fe und H besteht, so wie außerdem noch kleine Mengen von Mn, zuweilen auch von Ca enthält, stellte ich zwei quantitative Untersuchungen an, welche folgende Resultate gaben:

	I.	II.
Kieselerde	52,28	47,35
Thonerde	7,33	10,27
Talkerde	31,24	24,73
Eisenoxydul	3,79	7,92
Manganoxydul	0,89	2,64
Kalkerde	0,28	—
Wasser	4,04	6,28
	<hr/> 99,85	<hr/> 99,19.

Das zur Analyse II angewendete Mineral war von dunklerer Farbe als das zuerst analysirte. Eisenoxyd konnte in keinem der untersuchten Stücke aufgefunden werden. Die procentischen Mengen der Bestandtheile entsprechenden Sauerstoffquantitäten sind:

	Sauerstoff.	
	I.	II.
Kieselerde	27,15	24,58
Thonerde	3,42	4,80
Talkerde	12,43	9,84
Eisenoxydul	0,84	1,76
Manganoxydul	0,20	0,59
Kalkerde	0,08	—
Wasser	3,59	5,58.

Diese Sauerstoffverhältnisse lassen sich annähernd durch folgende einfachere Zahlen ausdrücken:

	Si.	Al.	R.	H.
in I.	8	1	4	1
in II.	5	1	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$

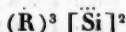
wobei R die Summe des Sauerstoffs der Talkerde, des Eisenoxyduls, Manganoxyduls und der Kalkerde umfaßt. Wir wollen nun aus diesen Daten zuerst nach den Principien der älteren Methode eine Formel zu bilden versuchen. Indem wir hierbei genöthigt sind, die Thonerde als elektropositiven Bestandtheil und das Wasser als Hydratwasser zu betrachten, stellt es sich sogleich heraus, daß die betreffenden zwei Analysen zu so gänzlich von einander abweichenden Sauerstoffproportionen geführt haben, daß auf keine Weise daran zu denken ist, dieselben durch eine Formel auszudrücken. Aber auch wenn wir versuchen für jedes dieser Verhältnisse eine Formel ausfindig zu machen, so gelingt dies, abgesehen von der hiermit verknüpften Unwahrscheinlichkeit (da sich die äußeren Charaktere der untersuchten Stücke nur durch Farbenntianze verschieden zeigten), durchaus nicht. Aus keiner jener Sauerstoffproportionen läßt sich, unter der gedachten Voraussetzung eine Formel ableiten, welche einen Anschein von Möglichkeit besitzt.

Wenden wir uns jetzt zur neueren Methode der Formelbildung, zufolge welcher in diesem Falle die Thonerde als ein elektronegativer mit der Kieselerde, und das Was-

ser als ein elektropositiver mit der Talkerde u. s. w. polymer-isomorpher Körper angesehen werden muß; nämlich: $3\text{Al} = 2\text{Si}$ und $3\text{H} = \text{Mg}$. Alsdann gestalten sich die Sauerstoffverhältnisse folgendermaßen:

	[Si].	(R).
in I.	29,43	: 14,75
in II.	27,78	: 14,05.

[Si] umfaßt den Sauerstoff der Kieselerde und zwei Drittel des Sauerstoffs der Thonerde, (R) den Sauerstoff der übrigen Basen. In *beiden* Analysen verhalten sich die summarischen Sauerstoffmengen äußerst nahe wie 2 : 1, woraus sich die Formel



ergiebt, welche folgende Sauerstoffproportionen erfordert:

in I.	29,43	: 14,72
in II.	27,78	: 13,89.

Die Formel des gewöhnlichen (augitischen) Talkes ist $= (\text{R})^3 \text{Si}^2$. *Der Neolith ist folglich ein Talk, in welchem ein Theil der Kieselerde durch Thonerde polymer-isomorph ersetzt ist.* Diefs Resultat steht in vollkommener Harmonie mit den angeführten äußeren Eigenschaften des Neoliths.

Dafs die auflösende Kraft des Wassers, besonders des unter hohem Drucke stehenden, als eine der Ursachen der hier beschriebenen neuen Bildung eines talkartigen Minerals, des Neoliths, angesehen werden muß, kann keinem Zweifel unterworfen seyn. Weniger leicht auszumachen ist es aber: ob das Wasser die einzige Ursache derselben sey? Ich glaube diefs verneinen zu müssen. Sehr wahrscheinlich spielt auch die Kohlensäure hierbei eine wichtige Rolle. Es scheint, dafs das durch die Grubenwände eindringende Wasser eine beträchtliche Menge dieser Gasart aufgelöst enthält, und dieselbe entwickelt, sobald es vom Drucke befreit ist. Die Aslakgrube ist nämlich in einem ungewöhnlich hohen Grade mit sogenannten »bösen Wettern« behaftet, und zwar vorzugsweise in den Som-

mermonaten. Während der heißesten derselben mußte deswegen, seit einer Reihe von Jahren, der Grubenbetrieb gänzlich eingestellt werden. Die Grubenluft befindet sich dann in einem Zustande, welcher weder den Athmungs- noch den Verbrennungsproceß zu unterhalten vermag. Dieser Umstand verhinderte mich auf zwei nach der Arendaler Gegend unternommenen Reisen in das Innere der Grube hinabzusteigen ¹⁾. Doch selbst damit, daß wir dem stark geprefsten Wasser Kohlensäure hinzufügen, sind wir mit unserem Erklärungsversuche noch nicht am Ziele. Es fragt sich nämlich: wird von dem so beschaffenen Wasser aus den talkerdereichen Gebirgsarten sogleich eine dem Neolith entsprechende Verbindung aufgelöst, oder bildet sich diese erst auf dem innerhalb anderer Gesteine fortgesetzten Wege des Wassers in den Grubenraum? Diefes läßt sich vor der Hand nicht mit Sicherheit beantworten. Es ist möglich, daß der Feldspath, den das Wasser vor seinem Eintritt in die Grube durchdringt, das Seinige hierzu beiträgt, indem er einen Theil der im Neolith befindlichen Kieselerde und Thonerde abgibt.

Ich habe viele ältere Jahrgänge mineralogischer und chemischer Zeitschriften durchgesehen, um vielleicht auf Beobachtungen zu stoßen, welche ähnliche Naturprocesse, wie der hier geschilderte, berühren; es ist mir jedoch nur gelungen, ein einziges Factum von hinreichender Analogie ausfindig zu machen. Kersten hat nämlich in Erdmann und Marchand's Journ. f. pract. Chemie, Bd. 22, S. 1, mitgetheilt, daß sich in den tieferen Theilen der Grube Him-

1) In Zeit von einigen Jahren wird die Aslakgrube wahrscheinlich leichter zugänglich seyn. Der jetzige Besitzer der Näskilgruben, Sr Excellenz der Statthalter v. Lövenskjöld, beabsichtigt nämlich die benachbarte Gamle Mörefjärgrube trocken zu legen und dann beide Gruben durchschlägig zu machen, wodurch ohne Zweifel der beabsichtigte Wetterwechsel erreicht werden wird. Leider wird aber auch zugleich der interessanten Neolithbildung ein Ziel gesetzt werden. — Als ich die Aslakgrube besuchte, fanden sich in den Haldenstürzen sehr bedeutende Massen sowohl des neolithführenden Feldspaths, als des veränderten porphyrartigen Gesteins, welche nicht so leicht erschöpft werden dürften.

melfahrt bei Freiberg aus dem Grubenwasser eine Inkrustation auf den Gneus absetze, welche in ihrem Aeußeren, besonders durch ihren sternförmig strahligen Bruch, einige Aehnlichkeit mit Neolith besitze. Nach Kersten's Analyse hat die Mineral folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	18,98
Manganoxyd	25,01
Eisenoxyd	22,90
Wasser	33,00
	<hr/>
	99,89.

Hiernach dürfte man wohl geneigt seyn, dasselbe für ein vom Neolith gänzlich verschiedenes anzusehen. Betrachten wir jedoch auch die Zusammensetzung dieses Minerals nach den Gesetzen der polymeren Isomorphie, also das Wasser als Base, und Manganoxyd und Eisenoxyd (analog wie Thonerde) als polymer-isomorph mit Kieselerde, so ergibt sich folgendes Sauerstoffverhältniß:

	[Si].	(R).
zufolge der Analyse	19,49	9,78
zufolge der Berechnung	19,49	9,75

$$\left. \begin{array}{l} 19,49 : 9,78 \\ 19,49 : 9,75 \end{array} \right\} (R)^3 [Si]^2.$$

Die Inkrustation von der Grube Himmelfahrt ist folglich ein Neolith, in welchem der größte Theil der Kieselerde durch Manganoxyd und Eisenoxyd, so wie die übrigen betreffenden Basen durch Wasser polymer-isomorph ersetzt sind.

In meiner Abhandlung »Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie u. s. w. (diese Ann., Bd. 68, S. 319) habe ich bereits des eben beschriebenen metamorphosirenden Processes Erwähnung gethan (S. 373), indem ich denselben als ein Beispiel aufstellte, wie durch die auflösende Kraft eines mit Kohlensäure geschwängerten Wassers, an dazu geeigneten Stellen der Erdrinde, Metamorphosen in gegenwärtiger Zeit vor sich gehen und folglich auch Pseudomor-

phosen entstehen können. Wäre jene Feldspathwand in der Aslakgrube quarzförend, und hätte sich der Feldspath an den Berührungsflächen mit dem Quarze zu Krystallen ausgebildet, so würden diese Krystalle allmählig ganz in Neolith umgewandelt werden. Es ist möglich, daß eine der Pseudomorphosen, welche Blum in seinem interessanten Werke anführt, nämlich »Talk nach Feldspath«, auf eine solche oder doch ähnliche Weise entstanden sey. — Wenn man die Bedingungen berücksichtigt, unter welchen die Gesteinsmetamorphose in der Aslakgrube vor sich geht, und sich die Umstände in's Gedächtnis ruft, welche sie begleiten, so wird man einräumen müssen, daß diejenigen Verhältnisse, unter welchen die älteren, basisches Wasser enthaltenden Mineralien (wie z. B. Aspasolith, Serpentin, die Mineralien aus dem Chlorit- und Glimmergeschlechte u. s. w.) vorkommen, gänzlich von denen verschieden sind, unter welchen der Neolith angetroffen wird. Bei diesem wie bei jenen hat allerdings das Wasser eine gleich wichtige Rolle gespielt; beim Neolith aber unter den Verhältnissen der gegenwärtigen Zeit, und bei jenen anderen Mineralien unter denen der Urzeit.

IX. *Ueber eine Verunreinigung des käuflichen Broms; von H. Poselger.*

Als ich vor einiger Zeit eine kleine Quantität Brom der Destillation unterwarf, bemerkte ich, daß die letzten Antheile einer verhältnißmäßig hohen Temperatur bedurften, um überzugehen. Ein darauf angestellter Versuch zeigte, daß das käufliche Brom bei 50° C. zu sieden anfangt. Nach und nach erhöhte sich jedoch der Kochpunkt und stieg zuletzt bis auf 120° C., wobei die Farbe des rückständigen Broms immer heller wurde, bis es zuletzt fast farblos war. Nachdem auch der letzte Tropfen überdestillirt war, blieb

in der Retorte ein wenig Kohle zurück. Der zuletzt überdestillirende Antheil hatte eine sehr hellrothe Farbe, welche durch Vermischen mit Wasser noch heller wurde. Zur Bindung des freien Broms war verhältnißmässig nur wenig kaustisches Kali nöthig, und es schied sich dabei ein farbloser öltartiger Körper von einem angenehmen aromatischen Geruch ab. Die Analyse ergab, dafs dieser Körper eine Verbindung von Brom mit Kohlenstoff ist.

1,539 Grm. mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom verbrannt, gaben 0,4025 C.

1,2085 Grm. gaben 0,2985 C.

1,8436 Grm. gaben 0,4580 C.

Eine Wasserbildung hatte nicht stattgefunden; 0,7586 mit Kalk geglüht, gaben 1,6577 Ag Br.

Die Verbindung besteht hiernach aus gleichen Aequivalenten Brom und Kohlenstoff C Br:

	I.	II.	III.	IV.	Berechnet.
C	7,13	6,74	6,77	—	7,12
Br	—	—	—	91,75	92,88.

Die Verbrennung konnte nicht auf die gewöhnliche Weise, durch Einschmelzen der Substanz in ein Glaskügelchen geschehen, da sonst immer in demselben unverbrannte Kohle zurückblieb. Ich bediente mich zum Abwägen einer langen engen Röhre, welche in eine äußerst feine Spitze ausgezogen und am Ende in eine große Thermometerkugel ausgeblasen war, und liess aus dieser die Flüssigkeit unmittelbar in das in der Verbrennungsröhre befindliche Kupferoxyd tröpfeln.

Dieser Bromkohlenstoff bildet eine farblose Flüssigkeit von 2,436 spec. Gew., hat einen lieblichen, fast ätherartigen aromatischen Geruch und süssen Geschmack, und ist stark lichtbrechend. Durch den Einfluss der Luft oder durch gelinde Erwärmung färbt er sich gelb oder roth durch ein wenig freiwerdendes Brom, wodurch er seinen angenehmen Geruch verliert. Doch ist diese Zersetzung nur

äußerst gering, und durch Schütteln mit Wasser, dem ein wenig Kali beigemischt ist, erhält man ihn wieder ganz rein. Auch wenn er für sich destillirt wird, wird er nur zum kleinen Theil zersetzt, wobei zuletzt etwas Kohle zurückbleibt. Sein Siedpunkt liegt bei 120° C. Salpetersäure von 1,42 spec. Gewicht zersetzt ihn selbst beim Kochen nur äußerst wenig; ebenso concentrirte Schwefelsäure, von dieser destillirt er fast unverändert ab. Eine concentrirte Auflösung von Kali scheint ihn fast gar nicht zu verändern; durch schmelzendes Kali wird er aber vollständig zersetzt, in Bromkalium und kohlensaures Kali, ohne dafs eine Abscheidung von Kohle eintritt, welche jedoch beim Glühen mit gebranntem Kalk reichlich stattfindet. Löst man ihn in Alkohol auf, setzt eine alkoholische Kalilösung hinzu und kocht, so wird gewöhnlich durch Zusatz von Wasser noch ein Theil Bromkohlenstoff unverändert abgeschieden, während die Flüssigkeit Bromkalium enthält. Ameisensäure erscheint nicht unter den Zersetzungsproducten. — Er ist nicht brennbar, ertheilt aber der Alkoholflamme einen geringen grünlichen Schein, wenn er, auf Papier gegossen, hineingehalten wird. In Wasser ist er sehr wenig löslich, ertheilt ihm jedoch Geruch und Geschmack; mit Alkohol, Aether und Brom mischt er sich in allen Verhältnissen. Auf Papier macht er vorübergehende Fettflecke, und erstarrt noch nicht bei -25° C.

Dieser Bromkohlenstoff ist wahrscheinlich identisch mit dem nicht weiter untersuchten wasserklaren Oel, welches Löwig ¹⁾ bei der Darstellung des festen Bromkohlenstoffs erhielt, als er eine ätherische Bromlösung destillirte. Der von Serullas ²⁾ beschriebene, aber nicht analysirte Bromkohlenstoff scheint eine andere Verbindung oder eine Mischung des festen mit diesem zu seyn, da er sich an der Luft nicht färbt, bei $+6^{\circ}$ erstarrt und sehr flüchtig ist. Auch gab er gelbrothe Dämpfe, als er auf einem benetzten Pa-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 16, S. 376.

2) Ebendaselbst, Bd. 9, S. 340, und Bd. 15, S. 70.

pier in die Alkoholflamme gebracht wurde. Er ist ihm nur durch seinen ätherischen Geruch und süßen Geschmack ähnlich, jedoch scheint dieser mehr oder weniger allen derartigen Bromverbindungen, selbst den wasserstoffhaltigen eigen zu seyn.

Verschiedene Sorten Brom, welche ich untersuchte, enthielten alle mehr oder weniger von dieser Kohlenstoffverbindung; manche jedoch nur Spuren, eine indessen, welche aus der Schönebecker Fabrik stammte, enthielt, nach ungefährender Schätzung, wenigstens 6 bis 8 Procent.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Bromkohlenstoff durch die Einwirkung des Broms auf den Aether, dessen man sich bei der Darstellung des Broms bedient, entsteht. Um diess zu ermitteln, machte ich folgende Versuche. Löst man Brom in Aether und unterwirft die Mischung der Destillation, so kann man beinahe die ganze Menge des Aethers abdestilliren, ohne daß freies Brom mit überginge. Das Destillat ist sehr sauer, aber erst die letzten Antheile sind ein wenig gefärbt. Der Rückstand in der Retorte riecht sehr wenig nach Brom, obgleich er fast reines Brom ist; erst wenn man Wasser hinzufügt, erlangt das Brom seine bekannte Flüchtigkeit wieder. Indessen entsteht auf diese Weise nur eine sehr geringe Menge Bromkohlenstoff, und diese selbst nicht immer. Läßt man aber vor der Destillation durch den bromhaltigen Aether Chlorgas streichen, so enthält nachher sowohl das Destillat, als auch besonders der Rückstand bedeutende Mengen von Bromkohlenstoff; und wenn der Aether alkoholhaltig war, oder wenn man statt desselben reinen Alkohol anwendet, so entsteht noch bedeutend mehr von dieser Verbindung; ohne Chlor entsteht aber, auch bei Anwendung von reinem Alkohol, nur sehr wenig flüssiger Bromkohlenstoff. Es ist jedoch zu bemerken, daß der auf diese Weise dargestellte Bromkohlenstoff bisweilen bedeutende Mengen von Chlor enthält, welche bis zu 15 Procent steigen können, ohne daß jedoch dadurch seine physikalischen Eigenschaften verändert würden.

X. Ueber die Trennung des Zinns vom Antimon; von Heinrich Rose.

Bekanntlich ist die Scheidung dieser beiden Metalle mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Die ältere Methode von Chaudet ¹⁾ schreibt vor, diese Trennung durch Chlorwasserstoffsäure zu bewirken, welche aber nur dann von Erfolg seyn kann, wenn durch die Gegenwart einer grossen Menge von Zinnchlorür die Einwirkung der Säure auf Antimon geschwächt wird. Durch diese Methode, so wie durch die später vorgeschlagene von Gay-Lussac ²⁾, aus der Auflösung beider Metalle das Antimon mittelst metallischen Zinns zu fällen, wird nur das Antimon unmittelbar und das Zinn durch den Verlust gefunden. Levöl ³⁾ hat deshalb die Methode von Chaudet modificirt. Er löst die Legirung beider Metalle durch Chlorwasserstoffsäure auf, zu welcher er chlorsaures Kali gesetzt hat, fällt aus der Auflösung beide durch metallisches Zink, und, ohne die Auflösung des Chlorzinks abzugiefsen, wird durch hinzugefügte starke Chlorwasserstoffsäure das Zinn aufgelöst, welches man durch Schwefelwasserstoffgas wieder fällen kann, während das Antimon ungelöst zurückbleibt.

Elsner ⁴⁾ hat diese Methode nicht genau gefunden, da neben dem Zinn auch Antimon durch Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wird, gegen welche Bemerkung Levöl ⁵⁾ einwendet, daß durch die Anwesenheit des Chlorzinks die Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf Antimon bedeutend geschwächt werde.

1) *Annales de chimie et de phys.*, Vol. III, p. 376.

2) *Item*, Vol. XLVI, p. 222.

3) *Item*, IIIte Reihe, Vol. XIII, p. 125.

4) *Journal für pract. Chemie*, Bd. 35, S. 313.

5) *Ebendasselbst*, Bd. 37, S. 402.

Welche Methode man auch zur Trennung beider Metalle anwenden mag, immer wird die Scheidung nicht eine so vollkommene seyn, wie bei andern Substanzen, welche gegen Reagentien ein nicht so ähnliches Verhalten haben, wie Zinn und Antimon.

Ich habe mich zur Scheidung beider Metalle einer andern Methode bedient, die aber mit großer Vorsicht ausgeführt werden muß, wenn die Resultate befriedigend seyn sollen.

Die Metalle werden vorsichtig mit starker Salpetersäure übergossen. Nachdem die heftige Oxydation stattgefunden hat, wird bei gelinder Hitze das Ganze abgedampft, und das trockne Pulver der Oxyde in einem Silbertiegel über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzug mit einem Uebermaafs von Natronhydrat geschmolzen. Man weicht die geschmolzene Masse mit vielem Wasser auf, erwärmt sie damit und läßt das antimonsaure Natron sich vollständig absetzen. Nach dem vollständigen Erkalten wird die klare Auflösung durch ein Filtrum gegossen; geschieht dieß, wenn sie noch etwas warm ist, so enthält sie antimonsaures Natron aufgelöst. Das unlösliche Salz wird noch ein oder einige Male mit Wasser behandelt; man läßt die Flüssigkeit wieder sich absetzen und vollständig erkalten, und gießt nur diese, und nur wenn sie klar ist, durch's Filtrum. Ist das zinnsaure Natron auf diese Weise aufgelöst, so ist die Flüssigkeit, welche mit dem antimonsauren Natron erwärmt worden ist, opalisirend; sie darf nicht auf's Filtrum gebracht werden, weil sie trübe durch dasselbe gehen würde. Man kann zu derselben etwas von einer verdünnten Auflösung von kohlensaurem Natron setzen, wodurch sie klar wird; darf aber das Aussüßen durchaus nicht lange fortsetzen, weil sonst etwas antimonsaures Natron würde aufgelöst werden.

Das noch feuchte antimonsaure Natron wird darauf im Becherglase mit einem Gemisch von Chlorwasserstoffsäure und Weinsteinsäure übergossen, in welchem es sich mit Leichtigkeit auflöst. Mit einem solchen Gemisch behan-

delt man auch das Filtrum, auf welches übrigens nur wenig des unlöslichen Salzes gebracht worden seyn muß.

Aus der Auflösung wird das Antimon durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, und aus dem erhaltenen Schwefelantimon bestimmt man die Menge des darin enthaltenen Antimons. Ich pflege jetzt das Schwefelantimon durch Wasserstoffgas in einem Porcellantiegel zu reduciren; derselbe ist mit einem Porcellandeckel versehen, durch welchen ein dünnes Porcellanrohr geht. Man verfertigt diese Apparate jetzt auf der hiesigen Porcellanmanufactur. Man erhitzt so lange vorsichtig bei geringer Hitze, bis der Tiegel nicht mehr an Gewicht abnimmt. Nach der Reduction ist die innere Seite des Porcellandeckels mit metallischem Antimon überkleidet, so daß man glauben sollte, daß das Resultat des Versuchs kein genaues sey, was indessen nicht der Fall ist.

Die Auflösung des zinnsauren Natrons wird durch Chlorwasserstoffsäure sauer gemacht. Es ist nicht nöthig so viel von der Säure hinzuzusetzen, daß das ausgeschiedene Zinnoxid vollständig wieder aufgelöst wird. Es ist nur nöthig, daß die Auflösung das Lackmuspapier stark röthet. Man leitet darauf Schwefelwasserstoffgas durch dieselbe.

Das erhaltene Schwefelzinn wird durch Rösten in Zinnoxid verwandelt. Ist dasselbe getrocknet worden, so decrepitirt es oft, wodurch bei Mangel an Vorsicht ein bedeutender Verlust entstehen kann. Es ist daher besser, dasselbe in einem noch etwas feuchten Zustand in einem Porcellantiegel mit dem Filtrum zu behandeln. Man muß es in demselben sehr lange bei sehr gelinder Wärme beim Zutritt der Luft erhitzen, damit bei möglichst niedriger Temperatur Schwefel fortgeht. Erhitzt man im Anfange sehr stark, so entweicht, besonders beim starken Zutritt der Luft, ein weißer Rauch von Zinnoxid. Das höchste Schwefelzinn hat nämlich die Eigenschaft, bei gewissen Temperaturen etwas sublimirbar zu seyn; beim Zutritt der Luft oxydiren sich die Dämpfe und bilden Zinnoxid. Es entsteht daher bekanntlich auch ein weißer Beschlag von Zinn-

oxyd auf Kohle, wenn man Schwefelzinn durch das Löthrohr auf derselben erhitzt. Das stärkere Erhitzen darf daher erst stattfinden, wenn durch das geringere Erhitzen kein bedeutender Geruch nach schweflichter Säure mehr wahrzunehmen ist. Nach dem starken Glühen legt man noch ein Stückchen von kohlensaurem Ammoniak in den Tiegel, und erhitzt nach Verflüchtigung desselben stark beim Zutritt der Luft, um alle gebildete Schwefelsäure zu vertreiben. Man wird dadurch noch eine kleine Gewichtsverminderung erhalten.

Das erhaltene Zinnoxid sieht niemals recht weifs aus. Auch das durch Schwefelwasserstoffgas gefällte Schwefelzinn hat keine rein gelbe Farbe. Es scheint dies von dem Schmelzen der Metalloxyde mit Natronhydrat im Silbertiegel herzuführen, wodurch Spuren von Silberoxyd von der alkalischen Auflösung aufgenommen werden.

Die erhaltenen Resultate erreichen nicht den höchsten Grad der Genauigkeit. Obgleich das zinnsaure Natron, welches einen Ueberschufs von Natronhydrat enthält, sich durch Kochen nicht trübt, wie Frémy angiebt ¹⁾, und man sogar die Auflösung soweit abdampfen kann, dafs sich Krystalle abscheiden, die sich im hinzugesetzten Wasser ganz auflösen, so enthält das antimonsaure Natron eine sehr geringe Menge von Zinnoxid. Wenn man daher aus der sauren Auflösung des antimonsauren Natrons durch Schwefelwasserstoffgas das Schwefelmetall fällt, so enthält dasselbe eine geringe Menge von Schwefelzinn, welches bei der Temperatur, bei welcher Schwefelantimon durch Wasserstoffgas reducirt wird, seinen Schwefel nicht vollständig verlieren kann. Daher erhält man einen etwas geringeren Gehalt an Zinn, einen gröfseren an Antimon und einen kleinen Ueberschufs bei der Analyse.

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 34, S. 282.

XI. Ueber die Zusammensetzung des Condurrits; von C. Rammelsberg.

Der auf der Condurrgrube, bei Cambon in Wales, vorkommende Condurrit, ein amorphes Mineral, sollte, nach Faraday ¹⁾, aus

Kupferoxyd	60,498
Arsenige Säure	25,944
Wasser	8,987
Schwefel	3,064
Arsenik	1,507
	<hr/> 100

bestehen, was auf ein arsenigsaures Kupferoxyd $\text{Cu}^{\text{As}} + 4\text{H}$, hinzudeuten schien, obwohl ich schon vor längerer Zeit die Vermuthung aussprach, das Mineral möchte ein Zersetzungsproduct seyn ²⁾.

Ich habe vor Kurzem Gelegenheit gehabt die Zusammensetzung des Condurrits näher zu untersuchen, wonach jene Angaben Faraday's nicht richtig seyn können.

Der Condurrit giebt im Kolben Wasser und arsenige Säure, und nimmt dabei an der Oberfläche eine silberweiße, in's Bläuliche fallende Farbe an.

Auf Kohle vor dem Löthrohr entwickelt er Arsenikdämpfe, welche die Kohle mit arseniger Säure weiß beschlagen, schmilzt zu einer Kugel, welche beim Abkühlen stark spratzt, aufschwillt und zerberstet. Nach öfterer Behandlung mit Soda und Borax bleibt ein Kupferkorn.

Kocht man gepulverten Condurrit mit Wasser, so zieht dieses arsenige Säure aus, während das Pulver seine Farbe nicht ändert.

1) *Phil. Mag.* 1827. p. 286.

2) Handwörterbuch, S. 172.

Poggendorff's Annal. Bd. LXXI.

Chlorwasserstoffsäure löst beim Kochen einen Theil des Condurrits auf; die Auflösung ist schwach gelblich gefärbt, und wird beim Stehen grün. Sie enthält arsenige Säure und Kupferoxydul, denn sie wird vom Wasser gefällt, und Kali erzeugt einen gelben Niederschlag. Das niederfallende Kupferchlorür ist frei von Arsenik. Der in der Säure unlösliche Theil des Condurrits, welcher noch die ursprüngliche Farbe besitzt, ist in Salpetersäure oder Königswasser mit blaugrüner Farbe und unter Entwicklung von salpetriger Säure auflöslich. Diese Auflösung enthält Kupferoxyd, eine Spur Eisenoxyd, viel Arsensäure und etwas Schwefelsäure. Es bleibt nur ein geringer, aus Eisenoxyd und Kieselsäure bestehender Rückstand.

Digerirt man gepulverten Condurrit mit *Kalilauge*, so löst sich arsenige Säure auf. Der theils braune, theils schwarze Rückstand tritt an verdünnte Chlorwasserstoffsäure Kupferoxydul ab, doch löst sich auch etwas Arsenik auf. Der Rest, welcher die schwarze Farbe des Pulvers besitzt, enthält dann noch Kupfer und Arsenik.

I. 1,424, in einer kleinen Retorte mit der Vorsicht erhitzt, dafs keine arsenige Säure fortgehen konnte, verloren $0,083 = 5,83$ Proc. Wasser.

II. 1,026, mit Königswasser behandelt, gaben $0,164$ schwefelsauren Baryt $= 0,02263 = 2,2$ Proc. Schwefel.

III. Die Analyse des Minerals als Ganzes gab:

	a.	b.	c.
Kupfer	70,51	70,02	68,12
Eisen	0,66		
Arsenik	18,70	17,84	16,70
Unlöslicher Rückstand		1,07	0,70

IV. Eine Portion wurde mit Chlorwasserstoffsäure zerlegt und beide Theile für sich untersucht. Das Resultat, mit Benutzung der Schwefel- und Wasserbestimmung in I. und II, gab:

Wasser	5,83	} 71,82 in ClH auflöslich.
Kupferoxydul	62,29 = 55,30	
Arsenige Säure	3,70	
Kupfer	12,81	
Arsenik	13,89	
Schwefel	2,20	
Rückstand	0,70	
	<hr/> 101,42	

Der unauflösliche Theil besteht folglich aus Schwefelkupfer und Arsenikkupfer. Da 2,2 Schwefel 8,65 Kupfer erfordern, um Sulfuret Cu zu bilden, so enthält er mithin:

Schwefelkupfer	10,85
Kupfer	4,16
Arsenik	13,89

und wenn, wie dies wahrscheinlich ist ¹⁾, letztere sich in chemischer Verbindung befinden, so besteht eine solche aus:

Kupfer	23,04
Arsenik	76,96

100.

Dies entspricht einem Arsenikkupfer $= \text{CuAs}^3$, welches enthalten müßte:

Kupfer	21,91
Arsenik	78,09

100

und von dem von Dörmayko untersuchten aus Chile sehr verschieden wäre.

Der Condurrit ist folglich ein Gemenge von arseniger Säure, Rothkupfererz ²⁾, Kupferglanz und Arsenikkupfer, und ist wahrscheinlich aus der Oxydation des letzteren hervorgegangen.

1) Mit dem Condurrit kommt, nach Faraday und Phillips, Arsenikkupfer vor.

2) Mit dem er auch überzogen und durchwachsen ist.

Als meine Versuche beendigt waren, ersah ich, daß auch Hr. v. Kobell sich mit dem Condurrit beschäftigt hatte ¹⁾. Seine Angaben stimmen mit den meinigen größtentheils überein. Für den in Chlorwasserstoffsäure auflösliehen Theil fand er:

Arsenige Säure	8,03
Kupferoxydul	79,00
Eisenoxyd	3,47
Wasser	9,50

100.

Dagegen führt er an, der Rückstand bestehe aus fein zertheiltem Arsenik und etwas Schwefelkupfer, welche, mit Rothkupfererz und arseniger Säure gemengt, den Condurrit bilden. Obwohl nun die Mischung eines solchen Minerals nicht constant seyn wird, so möchte doch, wie ich glaube, eine Bestimmung des Schwefelgehalts gezeigt haben, daß neben einer beträchtlichen Menge Schwefelkupfer auch Arsenikkupfer vorhanden seyn muß.

XII. Meteorologische Beobachtungen; von F. W. Kölb ing in Gnadenfeld.

(Nachtrag zu Annalen, Bd. 62, S. 373 ff.)

Zu den a. a. O. mitgetheilten meteorologischen Beobachtungen noch einige Ergänzungen zu liefern, sehe ich mich um so mehr veranlaßt, da der berühmte Entdecker des Drehungsgesetzes des Windes diese früheren seiner Beachtung werth gehalten hat ²⁾. Ich sprach es dort schon aus, daß die damals gezogenen Wahrscheinlichkeitsschlüsse ge-

1) Journal für pract. Chemie, Bd. 39, S. 204.

2) Siehe Annalen, Bd. 67, S. 310. Nur der Name ist daselbst und S. 317 verdruckt; statt Kolbe lies: Kölb ing.

wifs noch mancher Berichtigung bedürfen würden (S. 376); und besonders in dieser Hinsicht habe ich abermals die von mir notirten Witterungstabellen von den Jahren 1844 und 1845 (welche aber Lücken von mehreren Monaten enthalten) durchgesehen, und gebe im Folgenden, mit Bezugnahme auf den angeführten früheren Aufsatz und auf seine Paragraphen verweisend, über die Hauptpunkte desselben die Resultate.

§. 1. *Die regelmässige Drehung des Windes.* Vollständige, sicher beobachtete Drehungen des Windes von SW. über W. N. nach NO., und von da über O. S. nach SW. zurück, ohne bedeutende Rücksprünge dazwischen, kamen 21 Mal vor; zwei vollendeten sich in 16 Stunden, jedesmal mit Gewitterbildung, vier in 2 Tagen, zwei in 3 Tagen, vier in 4 Tagen, drei in 5 Tagen, eine in 6 Tagen, eine in 7 Tagen, drei in 8 Tagen, eine in 11 Tagen. Nach den von Dove aufs Neue mitgetheilten Beweisen (Annalen, Bd. 67, S. 307 ff.) bedarf es eigentlich keiner Bestätigung mehr für dieses Gesetz. — Eine vollständige rückwärtsgehende Umdrehung des Windes habe ich auch in diesen zwei Jahren nicht wahrgenommen, und rückläufige Bewegungen von 180° oder halbe Wirbel von der entgegengesetzten Seite (Bd. 67, S. 298) nur fünf: eine von NO. über N. W. nach SW.; vier Mal kehrte der Wind von SW. über S. O. nach N. zurück, und beschrieb dann wieder den Weg rechtläufig über O. S. nach SW., in $1\frac{1}{2}$ Tag, in 5 Tagen, in 12 Tagen und in 21 Tagen.

§. 2. *Regelmässige Drehung des Windes auf der Westseite, oder Drehungen von SW. nach NW. bis N.* Der Gang des *Barometers* verhielt sich dabei so:

	Beobachtet.	Berechnet auf 100.
Mit vorher fallendem Barometer	35	63,64
- - - stillstehendem - - -	5	9,09
- - - steigendem - - -	15	27,27
	55 Fälle.	100,00.

Vom Steigen des Barometers bei SW. sind aufser den

obigen 15 noch 8 Beispiele angemerkt; 4 Mal erfolgte darauf Drehung nach S., 4 Mal blieb SW. herrschend; oder auf Steigen des Barometers bei SW.

	beobachtet.	berechnet.
folgt NW. in	15	65,22 Fällen;
S. -	4	17,39 -
bleibt SW. -	4	17,39 -
	<hr/> 23.	<hr/> 100,00.

Wir bemerken hier, daß auf die entgegengesetzten Bewegungen des Barometers dasselbe Resultat folgt, und Fallen und Steigen desselben bei SW. eine Drehung des Windes nach NW. wahrscheinlich machen kann, nur daß das Fallen des Barometers auch bei anhaltendem SW. so regelmäßig geschieht, daß dadurch diese Anzeige sehr viel von ihrem Werth verliert. Die Erklärung der angeführten Erscheinung läßt sich aber wohl so aussprechen: Das bei SW. immer tiefer fallende Barometer zeigt an, wie der Südstrom durch immer weitere Ausbreitung an Stärke verliert; er wird also auch durch einen einbrechenden Nordstrom desto leichter verdrängt werden können. Im anderen Fall, wenn das Barometer bei SW. steigt, staut sich entweder der Südstrom an dem bereits nahe gekommenen Nordstrom auf, oder der Nordstrom ist bereits in den oberen Luftschichten eingetreten, wie man dieses auch zuweilen am Wolkenzug wahrnehmen kann. Ich sah 8 Mal bei herrschendem SW. die Drehung nach NW. durch einen Wetterbaum aus W. oder NW. angekündigt; in vier anderen Fällen blieb ein solcher Wetterbaum ohne Bedeutung, oder vielmehr, es gelang hier dem bereits oben vorhandenen Nordstrom nicht, den Südstrom zu verdrängen. — Nach eingetretener Drehung der Fahne ging das Barometer in den meisten Fällen sogleich in die Höhe.

Die Erscheinungen des *Wetters* (vergl. §. 8) gestalteten sich in den einzelnen Beispielen also:

	Beobachtet.	Berechnet.
Vorher trübe, nachher trübe	37	67,27
- heiter, - -	11	20,00
- trübe, - heiter	2	3,64
- heiter, - -	5	9,09
	<hr/> 55	<hr/> 100,00

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, in 48 von 55 oder 67 von 100, brachte also das Eintreten des nördlichen Stroms Trübung (und Regen oder Schnee), und unter diesen wieder hatte der durch den andringenden Nordstrom bewirkte Niederschlag meistens schon vor der Drehung der Windfahne in den unteren Luftschichten begonnen. Die zwei Fälle, in denen Drehung nach NW. Aufheiterung brachte, sind eine seltene Ausnahme; der Wind kehrte in beiden schnell nach SW. zurück. Die letzten 5 Fälle gehören zu der §. 14 besprochenen Erscheinung eines bei jedem Windwechsel constanten schönen Wetters.

§. 3. Bei der *Drehung des Windes von NO. oder O. nach S. und SW.* ist in 20 Fällen der Gang des Barometers so gewesen:

	Beobachtet.	Berechnet.
Barometer vorher fallend	6	30
- - stillstehend	3	15
- - steigend	11	55
	<hr/> 20	<hr/> 100

Es hat also in der Mehrzahl der Fälle den Wechsel des Windes *nicht* angezeigt.

	Beobachtet.	Berechnet.
Barometer nachher fallend	14	70
- - stillstehend	1	5
- - steigend	5	25
	<hr/> 20	<hr/> 100

Die überwiegende Mehrzahl der Fälle nach der Dove'schen Regel.

Das Ansehen des Himmels bei diesem Gang des Windes stellte sich so dar:

	Beobachtet.	Berechnet.
Vorher trübe, nachher trübe	3	15
- heiter, - - -	5	25
- bewölkt - heiter	4	20
- heiter - - -	8	40
	20.	100.

Die aufheiternde Wirkung des südlichen Stroms, auf welche ich schon früher aufmerksam machte (s. §. 13, S. 387, in der vorigen Abhandlung), ist auch hier wieder zu bemerken, da die Fälle des schon vor der Drehung heiteren Himmels, grofsentheils auch dazu gehören werden; aber auch die Niederschläge durch den eintretenden südlichen Strom sind diefsmal nicht so selten gewesen wie in der früheren Beobachtungsreihe.

§. 4, 2. Dafs die *Rücksprünge des Windes auf der Westseite* von N. oder NW. nach SW. oder S. zu den sehr gewöhnlichen Wettererscheinungen gehören, hat sich auch diefsmal wieder bestätigt. Sie zerfallen, genauer gesehen, in zwei Klassen. Entweder herrscht der nördliche Strom, und der südliche macht nur eine kurze, aber vergebliche Anstrengung ihn zu verdrängen; dann kehrt der Wind bald wieder nach N. zurück. Oder es herrscht der südliche Strom; der Wind hat nur eine kurz dauernde Bewegung nach NW. gemacht, von der er bald wieder nach S. zurückkehrt; nur dafs es bisweilen schwer zu sagen ist, wohin man einen solchen Rücksprung rechnen soll, wenn keine Windesrichtung länger dauert. Von 30 aufgezeichneten Beispielen gehören 11 der ersten, 8 der zweiten Klasse an, 11 sind unentschieden. Das Barometer kündigt in den meisten Fällen den Rücksprung nicht an, fällt aber nach eingetretenem S.

	Beobachtet.	Berechnet.
Barometer vorher steigend	24	80
- - stillstehend	1	3,33
- - fallend	5	16,67
	30.	100,00.
	Beobachtet.	Berechnet.
Barometer nachher fallend	23	76,67
- - stillstehend	1	3,33
- - steigend	6	20,00
	30.	100,00.

Die Wettererscheinungen dabei waren folgende:

	Beobachtet.	Berechnet.
Vorher trübe, nachher heiter	11	36,67
- heiter, - -	9	30,00
- heiter, - trübe	2	6,66
- trübe - -	8	26,67
	30.	100,00.

Die aufheiternde Wirkung des Südstroms zeigt sich in der Mehrzahl der Fälle; eintretende Trübung fast gar nicht, aber in 8 Fällen unter 30 vermochte der Südwind nicht die schon vorhandene Wolkendecke aufzulösen.

§. 11 und 13. *Zahl der heiteren und trüben (inclusive Regen-) Tage bei den einzelnen Winden.* Die Jahre 1844 und 1845 waren wohl fast in ganz Europa durch ungewöhnlich viel nasses Wetter ausgezeichnet; die längste von mir beobachtete Periode heiteren Wetters war vom 31. Mai bis 19. Juni 1844, 20 Tage, in welcher NO. N. NNW. SW. mit mehrerem Wechsel, der nur geringe Niederschläge brachte, herrschte. Um den Charakter der verschiedenen Winde in Beziehung auf die bei ihnen herrschende Ansicht des Himmels und die eingetretenen Niederschläge zu beurtheilen, habe ich nur solche Tage (in gewöhnlichem Sinn, von Morgen bis Abend) zusammengezählt, in denen der Wind sich nicht über 90° veränderte, und finde daraus folgendes Resultat:

	Beobachtet:			Berechnet:		
	heitere	trübe	zusammen	heitere	trübe	zusammen
bei NW. od. N., Tage	34	89	123	20,24	54,94	37,27
bei NO. od. O., -	19	27	46	11,31	16,67	13,94
bei SO. od. S., -	47	11	58	27,98	6,79	17,58
bei SW. od. W., -	68	35	103	40,47	21,60	31,21
	168	162	330	100,00	100,00	100,00

Oder es sind unter 100 Tagen:

	heitere	trübe
bei NW. oder N.	27,64	72,36
bei NO. oder O.	41,32	58,68
bei SO. oder S.	80,34	19,66
bei SW. oder W.	66,01	33,99

Die Dauer des einmal vorhandenen Wetters bei demselben Wind, wenn sie 1 Tag überstieg, war so: Das heitere Wetter hielt an bei NW. oder N. drei Mal 2 Tage, zwei Mal 3 Tage; das trübe Wetter elf Mal 2 Tage, fünf Mal 3 Tage, ein Mal 4 Tage, ein Mal 6 Tage. — Bei NO. oder O. hielt das heitere Wetter an ein Mal 2 Tage, ein Mal 4 Tage; das trübe vier Mal 2 Tage, drei Mal 3 Tage. — Bei SO. oder S. hielt das heitere Wetter an vier Mal 2 Tage, ein Mal 3 Tage, ein Mal 4 Tage, zwei Mal 5 Tage, ein Mal 8 Tage. — Bei SW. oder S. hielt das heitere Wetter an zwölf Mal 2 Tage, sieben Mal 3 Tage, ein Mal 5 Tage; das trübe Wetter vier Mal 2 Tage, ein Mal 6 Tage.

Das Eigenthümliche der Witterung in diesen beiden nasen Jahren ergibt sich aus dieser Zusammenstellung zur Genüge. Die Summe der hier gezählten Tage ist 330, etwa die Hälfte aller beobachteten; in der anderen Hälfte hat sich innerhalb eines Tages der Wind über 90° gedreht und dadurch sehr oft Niederschläge hervorgebracht. In der gezählten Hälfte gehören dem NW. oder N. mehr Tage an als jedem anderen Winde, und etwas über die Hälfte aller trüben Tage. Selbst bei dem sonst trocknen NO., der nur

selten war, sind mehr als die Hälfte seiner Tage trübe gewesen. Der heiterste, aber auch nicht sehr häufige Wind war der SO. und S., dessen heitere Tage zu seinen trüben sich wie 4 : 1 verhalten. Die meisten heiteren und warmen Tage verdanken wir aber wiederum, wie im Jahre 1843, dem SW. nämlich 40 Proc., wiewohl dießmal nur 66 Proc. seiner Tage heiter waren, und eine Regenperiode von 6 Tagen einen *Niederschlag des Stroms* deutlich bezeichnet. Und da die meisten trüben Tage des SW. nur *einen* Tag dauerten und sich der Wind oft den nächsten Tag nach N. drehte, so müssen von der hier bemerkten Zahl noch gar manche auf Rechnung eines einbrechenden Nordstroms gesetzt werden. Aber als der eigentliche Wind des schlechten, d. i. nasskalten Wetters, hat sich auch dießmal der NW. — N. bewährt, dessen trübe Tage von der Gesamtzahl seiner Tage 72 Proc. betragen. (In trocknen Jahren, wie in dem jetzt laufenden 1846, wird sich das Verhältniß allerdings anders stellen; die Mittel vieler Jahre verdecken auch hier wieder manche eigenthümliche Erscheinungen.) Die Erklärung dieser Erscheinung liegt auch nicht fern. Wenn wir den Wind sich von SW. nach NW. drehen sehen und ein Niederschlag des Wasserdampfs erfolgt, geschieht die Vermischung beider Ströme in *horizontaler* Richtung; so wie man aber oft, während unten der nördliche Strom herrscht, an dem Wolkenzug in der Höhe den aufheiternden Südstrom bemerkt, so wird auch wahrscheinlich bei dem anhaltend schlechten Wetter des NW. oder N. der Südstrom in *verticaler* Richtung sich mit dem kälteren Wind vermischen, und weil er nicht Kraft genug hat, ihn zu verdrängen, ihn nur mit dem Wasser versorgen, welches uns die Regengüsse des Nordstroms herunterschütten.

XIII. Das Bohrloch bei Neusalzwerk.

[Entnommen aus der von C. v. Oeynhausen abgefaßten Einleitung zu der Schrift: *Das Königl. Soolbad bei Neusalzwerk unweit Preussisch Minden u. s. w.*, von Dr. F. W. v. Moeller. (Berlin 1847.)]

Das Bohrloch bei Neusalzwerk, welches vor etwa zwei Jahren zur Anlage eines bereits in großem Rufe stehenden Soolbades Gelegenheit gegeben hat, ist 217,17 Par. Fufs über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels angesetzt, und hat zur Zeit eine Tiefe von 2219 $\frac{1}{2}$ rheinl. Fufs erreicht, ist mithin 1994 rheinl. oder 1926,56 Par. Fufs unter das Niveau des Meeres gelangt, wahrscheinlich die grösste Tiefe, zu welcher bis jetzt unter den Meeresspiegel eingedrungen worden ist (A. v. Humboldt, Kosmos, Bd. 1, S. 416) ¹⁾. Ueber

1) Die absolut tiefsten Arbeiten, — sagt der berühmte Verfasser des *Kosmos* a. a. O. — welche die Menschen unternommen haben, sind meistens in so hohen Gebirgsebenen oder so hohem Thalboden angesetzt worden, daß dieselben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer sehr geringen Tiefe unter dieses Niveau gelangt sind. So hatte einst der jetzt unfahrbare *Eselsschacht* zu *Kuttenberg* in Böhmen die ungeheure absolute Tiefe von 3345 Fufs (F. A. Schmidt, Berggesetze der östr. Monarch., Abth. 1, Bd. 1, S. 32). Auch zu St. Daniel und beim Geist am Rörerbüchel (Landgericht Kitzbühl) waren im 16ten Jahrhundert die Baue 2916 Fufs tief. — Die absoluten Tiefen der Bergwerke im sächsischen Erzgebirge bei Freiberg sind im *Thurmhofer Zuge* 1824 Fufs, im *Hohenbirker Zuge* 1714 Fufs; die relativen Tiefen erreichen nur 626 und 260 Fufs, wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von *Freiberg*, nach Reich's neuer Bestimmung, zu 1191 Fufs annimmt. Die absolute Tiefe der auch durch Reichthum berühmten Grubenbaue zu *Joachimsthal* in Böhmen (Verkreuzung der Jung Häuer Zechen- und Andreasganges) hat volle 1989 Fufs erreicht, so daß, wenn die Hängebank, nach Hrn. v. Dechen's Messungen, ungefähr 2250 Fufs über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meeresspiegel erreicht haben. Am *Harz* wird auf der Grube *Samson* zu Andreasberg in 2062 Fufs absoluter Tiefe gebaut. In dem ehemals spanischen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die *Valenciana* bei *Guanaxuato* (Mexico), wo ich die absolute Tiefe der *Planes de San Bernardo* 1582 Fufs gefunden habe. Es fehlen aber den *Planes* noch 5592 Fufs, um den Meeresspiegel zu erreichen. (P.)

die Resultate dieser Bohrarbeit sind in diesen Annalen, Bd. 48, S. 382, Bd. 53, S. 408 und Bd. 59, S. 495, so wie in G. Bischof's *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, Bd. 1, S. 155, bereits einige Mittheilungen gemacht, auf welche Bezug nehmend und ergänzend Nachstehendes hier zu bemerken ist.

Unter 15 Fufs Dammerde, Lehm und Geschieben wurden zunächst Liasschiefer angetroffen und mehrer hundert Fufs darin gebohrt; dann wurde die Keuperformation vollständig durchbohrt, und gegenwärtig ist das Bohrloch bereits mehrer hundert Fufs tief in den Muschelkalk eingedrungen; aber weder die Gränze zwischen Keuper und Lias, noch die des Muschelkalks liefs sich aus dem Bohrmehl bestimmen. Man kann annehmen, dafs etwa von 500 bis 1700 Fufs in Keuper gebohrt, und diese Formation wenigstens 1200 Fufs rheinl. mächtig durchteuft worden ist. Wenn mit 1700 Fufs der Muschelkalk begonnen hat, was nach der Beschaffenheit des Bohrlochs wahrscheinlich ist, so steht nun bereits das Bohrloch 520 Fufs tief im Muschelkalk, dessen Mächtigkeit bis auf die in oder unter ihm befindliche Gypseinlagerung, welche die wahrscheinliche Lagerstätte des Steinsalzes bildet, zu wenigstens 800 Fufs anzunehmen ist.

Mit 206 Fufs Tiefe wurden die ersten bis zu Tage steigenden Wasser erbohrt; es waren süfse Wasser, die jedoch nur in geringer Menge, etwa 0,25 Kubikfufs pro Minute abflossen. Bei 574 Fufs stellte sich $1\frac{1}{2}$ procentige Soole ein; dieselbe enthielt jedoch nur wenig Kochsalz, und lieferte pro Minute 0,66 Kubikfufs. Von da ab vermehrten sich mit der Tiefe die Quantität des Ausflusses, die Temperatur und der Gehalt desselben, wie nachstehende Tafel nachweist.

Tiefe d. Bohr- lochs.	Ausflufs pro Minute.	Tempera- tur der Sool.	Salzge- halt.	Tiefe d. Bohr- lochs.	Ausflufs pro Minute.	Tempera- tur der Sool.	Salzge- halt.
Rheinl. Fufs.	Kubik- fufs.		Pro- cent.	Rheinl. Fufs.	Kubik- fufs.		Pro- cent.
600	0,67	12°,5 R.	1½	1418	6	18° R.	2¼
654	1,00	13,0	2½	1464	5,5	18	
692	1,18	14,0	2½	1478	4,7	18	
775	1,5	15,5	2½	1494	5,75	18	
793	1,36	15,75	2½	1525	6,0	18	
820	1,25	14,25	2½	1575	6,5	18	
848	0,95	14,5		1586	6	19,5	3¼
923	0,78	15,0		1595	8,6	20	4½
960	1,14	15,0	1½	1615	10	20,5	
975	1,05	14,75		1633	10	21	5
1004	0,9	15,0	1¾	1640	10	21	
1033	2,14	16,5	1	1664	15	22	5
1039	4,6	17,0		1690	18	22	
1045	4,6	18,0	2½	1713	20	22	
1100	4,6	18,0		1763	20	22,5	5
1111	6,0	17,75		1783	20	23	5
1178	5,0	17,75		1897	25,8	23,5	5
1182	4,6	18,0		1951	45	25	4
1225	5,0	18,0		1981	45	25	4
1298	7,5	18,0		2020	45	25	4
1343	7,5	18,0		2160	60	26,2	4½
1382	6,7	18,0		2219	54	26,5	4½

Die mittlere Bodentemperatur bei Neusalzwerk zu 8° R. angenommen ¹⁾, beträgt die Wärmezunahme in dem 2219,4 rheinl. Fufs (2144,27 Par. F.) tiefen Bohrloch 18°,5 R., oder 1° R. auf 120 rheinl. Fufs = 115,9 Par. Fufs, übereinstimmend mit anderen Beobachtungen. Für 1° R. Temperaturzunahme ergeben nämlich die Bohrversuche zu

Pregny bei Genf 114,8 Par. F.
 Rüdersdorf, in Cornwall, am Ural etc. 115 - -
 Grenelle bei Paris 117-118 - -
 Mondorf (2066 Fufs tief) ²⁾ 113,9 - -

1) Im October 1844 fand sich die Temperatur des Bodens in 3 Fufs Tiefe = 7°¾ R.; die arme Soolquelle des benachbarten Bülowbrunnens, der noch eine Therme ist, hat im Mittel 8°,25 R. Die mittlere Bodentemperatur von Neusalzwerk wird zwischen beide Angaben fallen.

2) Annalen, Bd. 67, S. 144. — Am 30. Sept. 1845 hatte das Bohrloch zu Mondorf (einem Dorfe im Luxemburgischen, hart an der französische

Die Soole des Neusalzwerker Bohrlochs zeigt, was ihre festen Bestandtheile betrifft, eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Meerwasser. Nach der von G. Bischof angestellten Analyse enthalten nämlich 10000 Theile der $4\frac{1}{2}$ procentigen Soole, verglichen mit dem Wasser des Mittelländischen Meeres:

	Soole.	Meereswasser.
Kochsalz	333,850	251
Chlormagnesium	10,783	52,5
Schwefels. Kali	0,471	
Schwefels. Kalk	29,947	1,5
Schwefels. Magnesia	26,038	62,5
Kohlens. Kalk	8,686	1,5
Kohlens. Magnesia	5,021	
Kohlens. Eisenoxydul	0,668	
Kohlens. Manganoxydul	0,014	
Kieselsäure	0,466	
	415,944	369.

Von *Jod* hat sich noch keine Spur gefunden; dagegen ist die Soole so reich an *Brom* wie wenig andere, doch ist dasselbe noch nicht quantitativ bestimmt ¹⁾.

Schon in einer Tiefe von 1567 Fufs trat in dem Bohrloch merkbare Entwicklung von Kohlensäure ein, und verstärkte sich bis 1664 Fufs dergestalt, dafs die Soole wie ein weifser siedender Schaum hervorquillt. Seitdem scheint sich die Quantität derselben nicht merklich vermehrt zu haben; ihr Auftreten steht offenbar mit der Erreichung des Muschelkalks in genauem Zusammenhang. Nach G. Bischof's Messungen (dess. Werk, S. 276) entweichen aus dem Bohrloch in der Minute 3 Kubikfufs Gas, bestehend aus 2,82 Kbkf. reiner Kohlensäure und 0,18 Kbkf. frem-

schen Gränze) die Tiefe von 700 Meter (2154,9 Par. F.) erreicht. (*Ann. de Mines*, 1845, T. VIII, p. 75.)

1) Der Bülowbrunnen besitzt einen bedeutenden Gehalt an *Brom*, der auch in der chemischen Fabrik zu Neusalzwerk zur Darstellung dieses Stoffes benutzt wird.

der Gase, vielleicht atmosphärischer Luft, vielleicht Schwefelwasserstoffgas, das sich auch bisweilen durch den Geruch zu erkennen giebt.

Bei einem Soolabfluss von 60 Kubikfufs pro Minute liefert das Bohrloch jährlich an Kochsalz $72\frac{1}{2}$ Millionen Pfund oder einen Würfel von $80\frac{1}{2}$ rheinl. Fufs in Seite, und an Gas 1 576 800 Kubikfufs bei $28'' 7''^{25}$ Barometerstand und $26^{\circ},2$ R. Zu dieser Gasmenge ist noch nicht die Kohlensäure gerechnet, die von der Soole gelöst oder gebunden zu Carbonaten zurückgehalten wird, und 0,75 Kubikfufs für jeden Kubikfufs Soole beträgt. Diese würde im Jahre 22 768 992 Kubikfufs betragen, so dafs einschliesslich des frei ausströmenden Gases das Bohrloch im Jahre 24 248 976 Kubikfufs oder 27 975 Centner Kohlensäure liefert.

XIV. *Neuer Satellit der Erde?*

Am 21. März 1846 gegen $6^h 45'$ Abends war an mehreren Punkten der Departements Haute-Garonne und Ariège eine sehr helle, an scheinbarer Grösse dem Vollmond gleiche Feuerkugel mit weisslichem Schweife sichtbar, die sich durch einen sehr langsamen Gang auszeichnete und ohne Knall in 7° bis 8° Höhe hinter Gewölk verschwand. Nach Beobachtungen, die in Toulouse und Artenac gemacht wurden, hat Hr. Petit die Bahn des Meteors berechnet, und hält sich dadurch befugt ¹⁾, dasselbe für einen Satelliten der Erde erklären zu dürfen. Die Elemente sind nach ihm folgende: Excentricität = 0,3600706; halbe grosse Axe = 9 946 319 Met.; Abstand des Perigeums 6 364 941 Met.; Neigung des Aequators = $54^{\circ} 44' 58''$; Rectascens. des aufsteigenden Knoten auf dem Aequator = $133^{\circ} 36' 3''$; Zeit im Perig. am 21. März = $6^h 40' 50''$ mittl. Par. Zeit vom Mittag gerechnet; Länge des Perig. in der Bahn, vom aufsteigenden Knoten = $310^{\circ} 6' 39''$; Geocentz Beweg. in Rectascension rückläufig; Umlaufszeit = 0,1145685. (*Compt. rend.*, XXIII, 704.)

1) Obwohl der Luftwiderstand nicht berücksichtigt ward.